

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут**

Кафедра інформаційних технологій
та фізико-математичних дисциплін

T7139

ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора з
навчальної роботи



к.т.н., проф. НУК О.М. Дудченко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

MATHEMATICAL METHODS OF OPERATIONS RESEARCH

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»

“ 25” серпня 2022 року. – 16 с.

Розробник: Літвінова М.Б., доктор пед. наук, канд. фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін ХННІ НУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми


«Інженерія програмного забезпечення»

д.пед.н., канд.фіз.-мат.н., проф.  М.Б. Літвінова

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» розглянуто на засіданні кафедри інформаційних технологій та фізико-математичних дисциплін

Протокол № 08 від «27» серпня 2022 р.

Завідувач кафедри

 П.Й. Гучек

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» затверджена методичною радою ХННІ НУК

Протокол № 01 від «29» серпня 2022 р.

Голова

 О.М. Дудченко

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета навчальної дисципліни	7
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисциплін.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	15
9. Засоби навчання	15
10. Рекомендовані джерела інформації	16

ВСТУП

Анотація

Робочою програмою “Математичні методи дослідження операцій” підготовки бакалаврів передбачено набуття студентами знань та вмінь, що є основою формування професійних здібностей та розвитку логічного і алгоритмічного мислення, необхідного для розв’язку теоретичних і практичних задач фахового спрямування.

Перший змістовний модуль дисципліни присвячений вивченню основних понять та методології операційного дослідження, вивчаються алгоритми пошуку оптимальних розв’язків задач. Розглядаються задачі лінійного програмування та методи їхнього розв’язування: транспортна задача, потокові задачі в мережах, цілочисельні задачі, динамічне програмування, методи розв’язування нелінійних оптимізаційних задач. Другий змістовний модуль присвячений вивченню засад теорії ігор та статистичних основ її реалізації. Вивчається розв’язок класичних задач теорії ігор, матричних ігор, ігор в динамічній формі, статистичних ігор.

Під час опанування тем дисципліни студенти мають навчитися застосовувати поняття та факти попередньо вивчених дисциплін до розв’язання конкретних практичних задач з дослідження операцій, опанувати принципи і правила формалізації ситуацій, набути вміння застосовувати математичні методи для обґрунтування та прийняття оптимальних математичних і управлінських рішень у різних ситуаціях. Вони мають навчитися основам методології та технології моделювання у процесі дослідження, проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, а також інших об’єктів професійної діяльності, набути здатність реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і стану складних об’єктів.

Дисципліна “Математичні методи дослідження операцій” носить міждисциплінарний характер і є інтегрованою з такими дисциплінами, як «Вища математика-1», «Вища математика-2», «Вища математика-3», «Комп’ютерна дискретна математика», «Чисельні методи» і забезпечує подальше засвоєння студентами професійно-спрямованих дисциплін.

Ключові слова: дослідження операцій, методи, лекції, практичні заняття, самостійна робота, модуль.

Annotation

The Bachelor degree program "Mathematical Methods of Operations Research" provides students with knowledge and skills, which is the basis for the formation of professional abilities and the development of logical and algorithmic thinking necessary to solve theoretical and practical problems.

The first meaningful module of the discipline is devoted to the study of basic concepts and methodologies of operational research, algorithms for finding optimal solutions to problems. Problems of linear programming and methods of their solution are considered: transport problem, flow problems in networks, integer problems, dynamic programming, methods of solving nonlinear optimization problems. The second content module is devoted to the study of the principles of game theory and statistical bases of its implementation. The solution of classical problems of game theory, matrix games, games in dynamic form, statistical games is studied.

While studying the discipline, students must learn to apply the concepts and facts of previously studied disciplines to solve specific practical problems of operations research, master the principles and rules of formalization of situations, acquire skills to apply mathematical methods to justify and make optimal mathematical and managerial decisions in different situations. They must learn the basics of modeling methodology and technology in the process of research, design and operation of information systems, products, information technology services and other objects of professional activity, acquire the ability to implement modeling algorithms to study the characteristics and state of complex objects.

The discipline "Mathematical methods of operations research" is interdisciplinary in nature and is integrated with such disciplines as "Higher Mathematics-1", "Higher Mathematics-2", "Higher Mathematics-3", "Computer Discrete Mathematics", "Numerical Methods" and provides further mastering by students of professionally-oriented disciplines.

Key words: operations research, methods, lectures, practical classes, self-contained work, module.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,0	Галузь знань 12 – Інформаційні технології	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-software-engineering.html	Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення Освітня програма Інженерія програмного забезпечення	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - Нема		6-й	6-й
Загальна кількість годин - 90		Лекцій	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3;		15 год.	6 год.
самостійної роботи студента – 3.		Практичні, семінарські	
		-	-
	Лабораторні		
	30 год.	8 год.	
	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		45 год.	76 год.
		Індивідуальні завдання: - год.	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни “Математичні методи дослідження операцій” є формування у студентів згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України 29.10.2018 №1166 таких компетентностей:

- *інтегральна компетентність*: здатність розв’язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій.

- *Загальні компетентності*:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

- *Предметні компетентності*:

K13. Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення.

K20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань інженерії програмного забезпечення.

K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна “Математичні методи дослідження операцій” базується на знаннях дисциплін математичного циклу, таких як «Вища математика-1» «Вища математика-2», «Вища математика-3», «Комп’ютерна дискретна математика».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

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

ПР07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПР09. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.

ПР10. Проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об’єкта проектування.

ПР13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Дослідження лінійних і нелінійних моделей

Тема 1. Структура і математичний опис задач оптимізації. Загальна задача математичного програмування їх класифікація. Постановка задачі математичного програмування. Допустимі, опорні та оптимальні розв'язки. Джерела інформації: [1, с. 23-95], [4, с. 19-113].

Тема 2. Лінійне програмування. Постановка та приклади задач лінійного програмування. Геометрична інтерпретація та властивості розв'язків задачі лінійного програмування. Алгебра симплекс методу. Двоїстість у задачах лінійного програмування. Постановка задач цілочисельного програмування. Транспортна задача лінійного програмування. Джерела інформації: [2, с. 17-71], [5, с. 4-12], [6, с. 21-134].

Тема 3. Нелінійне програмування. Математичні основи опуклого програмування. Опуклі множини та функції. Метод множників Лагранжа. Теорема Куна – Таккера. Задача квадратичного програмування та її розв'язання. Умови оптимальності в задачі мінімізації. Двоїсті задачі опуклого програмування. Моделювання коливних систем. Створення та опрацювання сигналів з лінійним, квадратичним, логарифмічним законом зміни частоти. Джерела інформації: [2, с. 72-114], [4, с. 35-111], [6, с. 41-134].

Змістовий модуль 2. Статистична обробка інформації та теорія ігор

Тема 4. Статистична обробка даних. Методи зведення і групування статистичних даних. Типологічні, структурні, аналітичні групування. Прості та комбінаційні групування. Визначення кількості груп та розміру інтервалів групування. Основні правила вибору групувальної ознаки. Узагальнюючі статистичні показники та загальні принципи їх застосування. Джерела інформації: [7, с. 22-64].

Тема 5. Ряди розподілу та їх аналіз.

Поняття ряду розподілу та його елементи. Види рядів розподілу. Суть варіації, необхідність її статистичного вивчення. Показники варіації, техніка її обчислення. Розмах варіації, середнє лінійне відхилення, дисперсія, коефіцієнт варіації. Джерела інформації: [7, с. 68-94].

Тема 6. Теорія ігор. Визначення гри та основні варіанти рішень гри. Поняття стратегії. Методи знаходження рішень для гри в нормальній формі. Поняття стратегії. Гра з сідловою точкою. Чисті і змішані стратегії. S-гра. Теорема про мінімакс. Геометрична ілюстрація принципу мінімакса в грі $2 \times n$. Розв'язок матричних ігор. Гра в динамічній формі. Класичні задачі теорії ігор. Статистичні ігри з проведенням одиничного експерименту. Статистичні ігри з послідовними вибірками. Джерела інформації: [2, с. 19-104].

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л.	лаб.	с.р.		л.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1. Дослідження лінійних і нелінійних моделей								
Тема 1. Структура і математичний опис задач оптимізації	15	4	6	5		4	2	12
Тема 2. Лінійне програмування	15	2	6	7			2	12
Тема 3. Нелінійне програмування	15	2	4	9				13
Разом за змістовим модулем 1	45	8	16	21	45	4	4	37
Змістовий модуль 2. Статистична обробка інформації та теорія ігор								
Тема 4. Статистична обробка даних	10	2	2	6		2		10
Тема 5. Ряди розподілу та їх аналіз	10	2	2	6				10
Тема 6. Теорія ігор	25	3	10	12			4	19
Разом за змістовим модулем 2	45	7	14	28	45	2	4	39
<u>Усього годин</u>	90	15	30	45	90	6	8	76

Примітка. Для студентів заочної форми навчання читаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Робота з масивами даних.	2	
2	Вирішення задач оптимізації.	4	
3	Застосування симплекс-методу.	2	
4	Транспортна задача.	4*	
5	Задачі нелінійного програмування.	4	
6	Методи зведення і групування статистичних даних.	2	
7	Обчислення показників варіації.	2	
8	Розв'язок матричних ігор.	2	
9	Ігри в динамічній формі.	4*	
10	Статистичні ігри.	4	
<u>Разом годин</u>		30	

Примітка. * Для студентів заочної форми навчання виконуються роботи за позначеними темами

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	8	6
2	Підготовка до лабораторних занять	10	4
3	Підготовка до поточного модульного контролю	6	-
4	Виконання контрольної роботи	-	30
5	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	6	21
6	Підготовка до підсумкового контролю	15	15
Разом за семестр		45	76

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

В якості методів навчання для всіх видів занять використовується:

- робота з літературою, як опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;
- пояснення, як словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення.

Для лекційних занять застосовується:

- лекція, як усний виклад навчального матеріалу, що характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- ілюстрування, як показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- відеометод, як використання відеоматеріалів для активізації наочно чуттєвого сприймання, що забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для лабораторних занять застосовується:

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;
- лабораторна робота - вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є

- усні відповіді;
- лабораторний контроль;
- контрольні роботи (для студентів заочної форми навчання);
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної і практичної підготовки здобувачів вищої освіти за темами, що вивчаються під час лекційних і практичних завдань (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу).

Для студентів денної форми навчання рівень засвоєння матеріалу дисципліни перевіряється шляхом проведення поточного контролю (за темою кожного змістовного модуля) за результатом виконання індивідуальних розрахункових робіт (ІРР, кожна складається з контрольних завдань різної складності), захисту виконання ІРР (поточний модульний контроль (ПМК)) і підсумкового контролю у формі заліку (1-й семестр) та екзамену (2-й семестр).

Для здобувачів вищої освіти, що навчаються за заочною формою, обов'язковою умовою є виконання контрольної роботи. Завдання для контрольних робіт добираються з теоретичних питань і тестів, що охоплюють зміст робочої програми дисципліни.

Максимальна питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний екзамен дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за результатами поточного контролю та екзамену.

Система нарахування рейтингових балів та критерії оцінювання лабораторної роботи

Бал	Критерії оцінювання
4	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
3	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у результатах і висновках та окремі помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить суттєві помилки у результатах і висновках.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань здобувачів вищої освіти* (для денної форми навчання)

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

*СКЛАД ПМК: Теоретичні питання - 40% ; Практичні завдання - 60% , може проводитися як в усній формі, так і в формі тестування

Система нарахування рейтингових балів та критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми навчання)*

Бал	Критерії оцінювання
60	Робота виконана у встановлений термін. Теоретичний матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у періодичних виданнях та в інтернет-ресурсах. Практичні завдання виконані самостійно, застосовувалися коректні математичні розрахунки, які наведені повністю. Одержано правильні відповіді.
40	Робота виконана у встановлений термін. Теоретичний матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Практичні завдання виконані самостійно, застосовувалися коректні математичні розрахунки, які наведені повністю. У відповідях є неточності.
20	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Теоретичний матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Практичні завдання виконані. Математичні розрахунки не наведені повністю. У відповідях є неточності.
10	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно. Практичні завдання виконані, математичні розрахунки не наведені. У відповідях є помилки.
0	Роботу не виконано

*СКЛАД КР: Теоретичні питання - 40% ; Практичні - 60% .

Узагальнюючі результати поточного контролю знань здобувачів вищої освіти за модулями та формами навчання

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання ЛР	10 ЛР × 4 бала = 40 балів	-
Поточний модульний контроль	2 МКР × 10 балів = 20 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	1 роб. × 60 балів = 60 балів
Всього	60	60

Підсумковий контроль у формі комплексного екзамену

Підсумковий контроль складається з розв'язування практичних завдань (5 завдань) та усної відповіді на 2 питання.

Критерії оцінювання результатів виконання практичних завдань

Кількість правильних відповідей	5	4	3	2	1
Бал	20	16	12	8	4

Система нарахування рейтингових балів за одне питання усної відповіді

Бал	Критерії оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає визначення, відповідні леми, теореми, ознаки, тощо, може записати їх математичний вираз, а також навести приклади їх застосування. Володіє теоретичним матеріалом, що пов'язаний з основним питанням.
8	Студент вільно володіє матеріалом, знає визначення, відповідні леми, теореми, ознаки, тощо, може записати їх математичний вираз, а також навести приклади їх застосування.
6	Студент не повною мірою знає визначення, відповідні леми, теореми, ознаки, тощо, може записати їх математичний вираз, а також навести приклади їх застосування.
4	Студент не повною мірою знає визначення, відповідні леми, теореми, ознаки, тощо, може записати їх математичний вираз.
2	Студент не повною мірою знає визначення, відповідні леми, теореми, ознаки, тощо, може записати їх математичний вираз з деякими помилками.
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Оцінкою результатів навчання у є сума балів, набраних здобувачем вищої освіти протягом семестру за результатами поточного контролю, передбачених програмою навчальної дисципліни, та балів, отриманих ним при складанні комплексного екзамену.

Схема оцінювання навчальної діяльності здобувачів вищої освіти (для денної та заочної форм навчання)

№№ змістового модуля і теми		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	ЛР № 1-2	8	КР. Завдання № 1	8
	T2	ЛР № 3-4	8	КР. ЛР № 4	4
	T3	ЛР № 5	4	КР. Завдання № 2	8
ПМК		Тест № 1	10	-	
ЗМ 2	T4	ЛР № 6	4	КР. Завдання № 3	8
	T5	ЛР № 7	4	КР. Завдання № 4	8
	T6	ЛР № 8-10	12	КР. ЛР № 9	4
ПМК		Тест № 2	10	-	
-		-	-	Захист КР (Тести №1-2)	20
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

9. Засоби навчання

З метою формування у майбутніх фахівців професійної компетентності в освітньому процесі використовуються такі засоби навчання:

- мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо);
- комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації Основна література

1. Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. Дослідження операцій. Частина 1. Лінійні моделі: підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007, 168с.
2. Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. Дослідження операцій. Частина 4. Динамічне програмування. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2013, 120 с.
3. Бартіш М.Я., Роман Л.Л. Теорія ігор. – Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2005, 120 с.
4. Дослідження операцій. Конспект лекцій / Уклад.: О.І. Лисенко, І.В. Алексеєва, – К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
5. Ланде Д. В., Зубок В. Ю. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни “ММДО” - Київ Видавництво ІСЗІ НТУУ «КПІ», 2013, 90 с.
6. Математичні методи дослідження операцій: підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. – Суми: Сумський державний університет, 2017, 212 с.
7. Пирожков С.І., Рязанцева В.В., Моторин Р.М. та ін. Статистика: підручник. Київ: Київ. Нац. Торг.-екон. ун-т., 2020, 328 с.

Допоміжна література

1. Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. Дослідження операцій. Частина 2. Алгоритми оптимізації на графах. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007, 120 с.
2. Горкавий В.К. Статистика: підручник / третє видавництво, переробл. і доповнене. Київ: Алерта, 2020. 644 с.
3. Літвінова М.Б., Дудченко О.М., Штанько О.Д. Комп'ютерна дискретна математика. Основи теорії графів та алгоритмізації задач. Навчальний посібник. НУК. Херсон: В-во ПП «Резнік», 2020, 315 с.
4. Моклячук М. П. Основи опуклого аналізу. Навчальний посібник. – Київ, Видавництво ТВіМС, 2004, 236 с.
5. Петросян Л.А. Теория игр: учебник / Л.А. Петросян, Н.А. Зенкевич, Е.В. Шевкопляс. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВПетербург, 2012 – 432 с.
6. Писарук, Н.Н. Введение в теорию игр / Н. Н. Писарук. – Минск : БГУ, 2015. – 256 с.
7. Prisner, Erich. Game Theory Through Examples / Franklin University Switzerland, 2014. – 284 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.
2. Teachertube. URL: <https://www.teachertube.com>
3. Теорія ігор. URL: <https://kau.org.ua/images/seminar/TeorIgor.pdf>
4. 15 кращих теорій ігор у 2022 році. Огляд. URL: <https://worldscholarshipforum.com/uk/best-game-theory-books/>
5. Офіційний сайт ХННІ НУК. URL: <http://kb.nuos.edu.ua>.

Розробник
д. пед.н., к.ф-м.н, проф.



Літвінова М.Б.