

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра вищої математики та системного аналізу (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


_____ (ініціали)

О.Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

« 25 » червня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

КОНФЛІКТНО-КЕРОВАНІ СИСТЕМИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **12 «Інформаційні технології»**
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **124 «Системний аналіз»**
(код та найменування спеціальності)


Освітня програма: **«Системний аналіз і управління»**
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Українець Н. А., старший викладач кафедри вищої математики
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)
та системного аналізу


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
вищої математики та системного аналізу
(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 25 » червня 2021 р.

Завідувач кафедри д.ф.-м.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

О. Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p>Галузь знань: <u>12 «Інформаційні технології»</u> <small>(шифр і найменування)</small></p> <p>Спеціальність: <u>124 «Системний аналіз»</u> <small>(код і найменування)</small></p> <p>Освітня програма: <u>«Системний аналіз і управління»</u> <small>(найменування)</small></p> <p>Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u></p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання: <u>розрахункова робота</u> <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 54/120		8 -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 54 самостійної роботи здобувача – 66		Лекції^{*)}
		<u>30</u> годин
		Практичні, семінарські[*]
		<u>24</u> годин
		Лабораторні[*]
	- годин	
	Самостійна робота	
	<u>66</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 54/ 66.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування базових уявлень, первинних знань у студентів з дисципліни, достатніх для подальшого продовження їх освіти і самоосвіти у галузі системного аналізу; навчання студентів математичному моделюванню конфліктних ситуацій, а також освоєння ними математичних методів і алгоритмів пошуку оптимальних рішень.

Завдання: надання студентам знань щодо вивчення математичних теорій та методів, які дають можливість складати та досліджувати математичні моделі різноманітних конфліктних ситуацій, а також розробляти алгоритми розв'язання задач в різних умовах інформованості про неконтрольовані чинники; закладання у студентів бази для освоєння інших дисциплін магістерських програм даного напрямку.

Компетентності, які набуваються:

1. здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
2. здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);
3. здатність знати та розуміти предметну область і професійну діяльність (ЗК4);
4. здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК7);
5. здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК11);
6. здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів (ФК2);
7. здатність будувати математично-коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами (ФК3);
8. здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, відокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формулювати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежності між ними (ФК4).

Очікувані результати навчання:

1. Знати та вміти застосовувати на практиці методи лінійної алгебри, аналітичної геометрії, векторного аналізу, диференціального та інтегрального числення, функціонального аналізу та дискретної математики в обсязі, необхідному для розв'язання типових завдань системного аналізу (ПРН1);
2. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та розв'язання задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів (ПРН6);

3. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, прийняття рішень та вміти застосовувати їх на практиці для розв'язання прикладних задач управління і проектування складних систем (ПРН7);

4. Вміти застосовувати методи роботи з даними; оволодіти методами математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технологіями системного і статистичного аналізу (ПРН14).

Пререквізити: лінійна алгебра, математичний аналіз, теорія звичайних диференціальних рівнянь, теорія ймовірностей.

Кореквізити: теорія прийняття рішень, системний аналіз, чисельні методи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Основні визначення теорії ігор. Постановка задач кінечних ігор.

Змістовний модуль 1. Матричні ігри.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Конфліктно керовані системи».

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Конфліктно керовані системи». Основні історичні етапи розвитку. Конфліктно керована система, як гра. Основні поняття теорії ігор: конфліктна ситуація, гра, гравець, правила гри, хід гравця, стратегія гравця, партія гри, мета гравця, оптимальна стратегія, виграш, оптимальний розв'язок, ситуація рівноваги, аналіз гри.

Тема 2. Опис гри. Класифікація ігор.

Опис гри. Функція виграшу. Способи подання гри. Нормальна форма гри. Класифікація ігор. Гра з нульовою сумою. Матрична гра. Приклади матричних ігор. Верхня та нижня ціни гри.

Тема 3. Гра з сідловою точкою.

Сідлова точка. Чисті стратегії гравців. Чиста ціна гри. Метод знаходження сідлових точок. Оптимальні чисті стратегії. Теорема про рівність верхньої та нижньої цін гри. Різновиди ігор з сідловою точкою.

Тема 4. Розв'язання гри у змішаних стратегіях.

Простори чистих стратегій гравців. Змішані стратегії гравців. Середній виграш гравця. Ціна гри у змішаних стратегіях. Розв'язок матричної гри у змішаних стратегіях. Основна теорема матричних ігор. Властивості оптимальних змішаних стратегій гравців. Основні співвідношення для оптимальних змішаних стратегій: аналітична та матрична форма їх запису. Основні задачі на змішані стратегії. Симетрична гра. Розв'язок симетричної гри. Діагональна гра. Розв'язок діагональної гри. Співвідношення переваги стратегій гравців. Домінування стратегій гравців. Спрощення елементів матричної гри. Розширення змішаної стратегії.

Тема 5. Матричні ігри розміром 2×2 , $2 \times n$ та $m \times 2$.

Аналітичний розв'язок гри 2×2 . Графічний метод розв'язання ігор $2 \times n$ та $m \times 2$.

Тема 6. Симплекс метод розв'язання гри 2×2 .

Алгоритм симплекс методу розв'язання гри 2×2 .

Модульний контроль

Модуль 2. Позиційні ігри. Нескінченні антагоністичні ігри. Багатокрокові ігри. Ігри з n учасниками.

Змістовний модуль 2. Позиційні ігри. Нескінченні антагоністичні ігри. Багатокрокові ігри.

Тема 1. Позиційні ігри.

Основні означення позиційної гри: дерево гри, інформаційна множина, стратегія гравця. Приклад формального опису гри двох гравців: формалізація задачі, дерево гри. Нормалізація гри. Складання матриці позиційної гри. Позиційні ігри з випадковими ходами. Приклади. Позиційна гра з нульовою сумою. Гра з повною інформацією. Приклади позиційних ігор з повною та неповною інформацією. Гра з ідеальною пам'яттю. Приклади.

Тема 2. Нескінченні антагоністичні ігри.

Нескінченна антагоністична гра. Чиста верхня та нижня ціни нескінченної гри, оптимальні стратегії гравців, сідлова точка, ціна гри у чистих стратегіях. Приклади. Точка ε - рівноваги, ε - оптимальні стратегії гравців. Критерії існування ε - сідлових точок. Приклади. Змішані стратегії гравців у нескінченній грі. Середні виграші гравців за умови застосування ними чистих і змішаних стратегій. Оптимальні змішані стратегії гравців та ціна нескінченної гри, їх властивості. Приклади. Неперервна гра на одиничному квадраті. Основна теорема існування розв'язку неперервної гри на одиничному квадраті. Приклади.

Тема 3. Гра з опуклою функцією виграшу.

Означення опуклої гри. Властивості опуклих функцій. Оптимальні чисті стратегії гравців та чиста ціна опуклої гри. Визначення оптимальних стратегій гравців у випадку, коли функція виграшу одного з них не є опуклою. Приклади. Увігнуто-опукла гра. Приклади з економіки: боротьба за ринки, розподіл виробничих потужностей, задача Неймана сталого розширеного виробництва.

Тема 4. Гра з вибором моменту часу (або гра типу дуелі).

Гра з вибором моменту часу. Основні положення та методи розв'язання. Приклад тихої дуелі. Приклад гучної дуелі.

Тема 5. Багатокрокові ігри.

Гра на розорення. Середній виграш та змішані стратегії. Складання рекурентних співвідношень для ціни гри. Гра інспектування. Знаходження наближених значень ціни гри та оптимальних змішаних стратегій. Методи розв'язання стохастичної гри. Приклад. Означення диференціальної гри. Економічна інтерпретація. Метод розв'язання диференціальної гри. Термінальна поверхня та термінальний виграш. Рівняння траєкторій.

Тема 6. Ігри n учасників. Безкоаліційні ігри.

Визначення безкоаліційної гри. Гра з постійною сумою. Ситуація, прийнятна для гравця. Рівноважні стратегії гравців. Ситуація рівноваги. Стратегічно еквівалентні ігри. Ситуація рівноваги в чистих та змішаних стратегіях. Змішане розширення гри. Ситуація рівноваги змішаного розширення гри. Основні теореми безкоаліційних ігор. Властивості ситуацій

рівноваги. Розв'язання безкоаліційної гри при розгляданні випадку двох стратегій у кожного гравця. Побудова кубу ситуацій.

Тема 7. Біматричні ігри.

Біматричні ігри. Складання матриці гри. Приклади. Дослідження біматричних ігор. Визначення ситуації рівноваги.

Тема 8. Кооперативні ігри.

Означення кооперативної гри. Коаліція. Характеристична функція коаліційної гри, її властивості. Розподіл вигащів гравців. Властивості стратегічно еквівалентних кооперативних ігор. Методи розв'язання кооперативних ігор. Приклади.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Матричні ігри. Біматричні ігри					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Конфліктно керовані системи»	6	2	-	-	4
Тема 2. Опис гри. Класифікація ігор	8	2	2	-	4
Тема 3. Гра з сідловою точкою	6	2	2	-	2
Тема 4. Розв'язання гри у змішаних стратегіях	8	2	2	-	4
Тема 5. Матричні ігри розміром 2×2 , $2 \times n$ та $m \times 2$	10	2	6	-	2
Тема 6. Симплекс метод розв'язання гри 2×2	4	2	2		-
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	44	14	14		16
Усього годин	44	14	14		16
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Позиційні ігри. Нескінченні антагоністичні ігри. Багатокрокові ігри.					
Тема 1. Позиційні ігри	14	2	6	-	6
Тема 2. Нескінченні антагоністичні ігри	6	2	-	-	4
Тема 3. Гра з опуклою функцією вигащу	10	2	2	-	6
Тема 4. Гра з вибором моменту часу (або гра типу дуелі)	6	2	-	-	4

Тема 5. Багатокрокові ігри	10	2	-		8
Тема 6. Ігри n учасників. Безкоаліційні ігри	12	2	-		10
Тема 7. Біматричні ігри.	7	1	2		4
Тема 8. Кооперативні ігри.	3	1	-		2
Модульний контроль	2	2	-		-
Разом за змістовним модулем 2	70	16	10		44
Усього годин	70	16	10		44
Індивідуальне завдання	6	-	-		6
Усього годин	120	30	24	-	66

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Матричні ігри. Складання матриці гри. Визначення стратегій гравців.	2
2	Матрична гра з сідловою точкою. Розв'язання гри у чистих стратегіях. Визначення чистої ціни гри та оптимальних стратегій гравців.	2
3	Матрична гра, яка не має сідлової точки. Визначення вигравів гравців. Перевірка оптимальності стратегій гравців в матричній грі. Розв'язання матричної гри у змішаних стратегіях.	2
4-5	Розв'язання матричної гри порядку 2×2 . Аналітична та матрична форма запису. Спрощення матриці гри. Співвідношення переваги. Розширення змішаної стратегії. Домінування стратегій гравців.	4
6	Розв'язання матричних ігор розміром $2 \times n$ та $m \times 2$ графічним методом.	2
7	Симплекс метод розв'язання задач.	2
8-9	Позиційні ігри. Побудова дерева гри. Нормалізація позиційної гри. Різні випадки інформованості гравців. Інформаційні множини.	4
10	Розв'язання позиційної гри з випадковими ходами.	2
11	Нескінченні ігри. Ігри з опуклими функціями	2

12	Біматричні ігри. Складання матриці гри. Сімейна суперечка, дилема в'язня	2
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Історичні відомості з виникнення та розвитку теорії ігор.	4
2	Матричні ігри. Гра полковника Блотто (різні випадки). Гра «Морра». Гра «Шерлок Холмс - Моріарті».	4
3	Основні властивості сідлових точок. Приклади матричних ігор з сідловою точкою.	2
4	Розв'язання матричної гри у змішаних стратегіях. Приклади. Гра де Монмора. Симетрична гра. Діагональна гра. Приклади. Домінуючі стратегії. Вибори більшістю голосів при однаковій кількості голосів. Стратегічні ігри: розвідка, напад на прихований об'єкт.	4
5	Граничні випадки розв'язання матричних ігор розміром $2 \times n$ та $m \times 2$ графічним методом.	2
6	Позиційні ігри з повною інформацією. Вибори з правом вето.	2
7	Позиційні ігри з неповною інформацією. Приклади.	2
8	Дослідження позиційної гри, що має ідеальну пам'ять.	2
9	Нескінченна антагоністична гра. Визначення точок ε - рівноваги та ε - оптимальних стратегій гравців у грі на одиничному квадраті. Критерії існування ε - сідлових точок. Приклади.	4
10	Обчислення інтеграла Стілтєса.	2
11	Увігнуто-опукла гра. Приклади з економіки: боротьба за ринки, розподіл виробничих потужностей, задача Неймана сталого розширеного виробництва.	4
12	Гра з вибором моменту часу. Приклади з економіки: тиха дуель, гучна дуель.	4

13	Багатокрокові ігри. Гра інспектування. Знаходження наближених значень ціни гри та оптимальних змішаних стратегій.	4
14	Методи розв'язання стохастичних ігор. Приклади.	4
15	Диференціальні ігри. Приклади з економіки.	4
16	Диференціальна гра. Знаходження термінальної поверхні, термінального виграшу, запис рівняння траєкторій. Диференціальні ігри переслідування.	4
17	Розв'язання некоаліційної гри за наявності двох стратегій у кожного гравця. Побудова кубу ситуацій.	2
18	Біматричні ігри. Приклади: сімейна суперечка, перехрестя, музичні стільці. Визначення ситуації рівноваги.	4
19	Методи розв'язання кооперативних ігор. Приклади.	2
20	Індивідуальне завдання	6
	Разом	66

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи «Представлення реальної конфліктної ситуації у вигляді гри і її розв'язання методами теорії ігор».

10. Методи навчання

Проведення аудиторних занять: лекцій, практичних занять, індивідуальних консультацій (при необхідності); самостійна робота студентів за матеріалами, що опубліковані кафедрою (навчальні, методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, письмового модульного контролю, усного захисту індивідуальних робіт; фінальний контроль у вигляді семестрового контролю: іспит (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	7	0...3
Виконання і захист практичних робіт	0...3	7	0...24
Модульний контроль	0...16	1	0...17
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...4
Виконання і захист	0...3	5	0...15

практичних робіт			
Модульний контроль	0...16	1	0...17
Виконання і захист РР	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та чотирьох практичних завдань. За кожне теоретичне питання студент може отримати до 20 балів. За кожне практичне завдання студент може отримати до 15 балів. Максимальна сума усіх балів – 100.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання. Вміти складати матриці ігор для простіших конфліктних ситуацій. Знаходити чисту нижню та чисту верхню ціни матричної гри, визначати сідлові точки та робити висновки щодо оптимальних чистих стратегій та чистої ціни гри. Визначати, чи є деякі змішані стратегії оптимальними в матричній грі. Вміти знаходити розв'язок матричної гри 2×2 аналітично та у матричній формі. Вміти використовувати домінування стратегій та метод спрощення елементів матричної гри. Для позиційних ігор вміти зобразити дерево гри, відзначити на ньому стратегії гравців, їх виграші, визначити інформаційні множини, а також пояснити, що ці множини означають для гравців. Вміти перерахувати стратегії гравців для нормалізації, тобто побудови матриці позиційної гри. Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

Добре (75-89). Твердо знати матеріал, захистити всі індивідуальні завдання. Аналізувати отримані результати розв'язання матричних ігор, а саме оптимальні стратегії та оптимальну ціну гри, та давати рекомендації учасникам конфліктних ситуацій щодо вибору найкращих стратегій їх поведінки. За допомогою методів лінійної алгебри розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь методом Жордана-Гауса для знаходження розв'язку матричних ігор у змішаних стратегіях для різних випадків. Вміти застосовувати теореми про властивості оптимальних змішаних стратегій гравців для розв'язання матричних ігор у змішаних стратегіях. Вміти знаходити точки ε -рівноваги, ε -оптимальні стратегії гравців у нескінченній антагоністичній грі. Вміти застосовувати методи розв'язання ігор на одиничному квадраті, увігнуто-опуклих ігор та ігор з вибором моменту часу для пояснення деяких задач з економіки. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки непринципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань. Завдання в цілому виконуються без помилок, але в обґрунтуванні розв'язання є певні недоліки.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Курсову роботу не передбачено навчальним планом.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, які видані в Університеті:

1. Бахмет Г.К. Конфликтно управляемые системы / Г.К. Бахмет, С.С. Куреннов, Н.А. Украинец. Учебн. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского “Харьк. авиаци. ин-т”, 2007. – 102 с.

2. Бахмет Г.К. Конфліктні керовані ситуації [Текст]: практикум / Г.К. Бахмет, В.А. Ванін, Н.А. Українець. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського “Харк. авіаци. ін-т”, 2011. – 36 с.

3. Бахмет Г.К. Конфліктні керовані ситуації. Неперервні задачі [Текст]: практикум / Г.К. Бахмет, Н.А. Українець. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського “Харк. авіаци. ін-т”, 2012. – 40 с.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1490>

<http://dspace.library.khai.edu/xmlui/handle/123456789/763>

<http://dspace.library.khai.edu/xmlui/handle/123456789/764>

Комплекс включає в себе такі обов’язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, навчальні посібники, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв’язування типових задач;
- питання для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

14. Рекомендована література

Базова

1. Доценко С.І. Теорія ігор. Навчальний посібник / С.І. Доценко - Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2013. - 88 с.
2. Зайченко О.Ю. Дослідження операцій. Збірник задач / О.Ю. Зайченко, Ю.П. Зайченко - Видавничий Дім "Слово", 2007. - 472 с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій / Ю.П. Зайченко - К.: Видавн. дім "Слово", 2006. - 816 с.
4. Катренко А.В. Дослідження операцій. Підручник / А.В. Катренко - Львів: Магнолія-2006, 2009. - 350 с.
5. Крушевский А.В. Теория игр / А.В. Крушевский. - Киев: Вища школа, 1977. - 216 с.
6. Кутковецький В.Я. Дослідження операцій. Навчальний посібник / В.Я. Кутковецький - Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2003. - 260 с.
7. Мак-Кинси Дж. Введение в теорию игр / Дж. Мак-Кинси. - М.: Физматгиз, 1960. - 420 с.
8. Оуэн Г. Теория игр / Г. Оуэн. - ЛКИ, 2010. - 212 с.
9. Писарук Н.Н. Введение в теорию игр / Н.Н. Писарук. - Минск: БГУ, 2015. - 256 с.
10. Шиян А.А. Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті. Навчальний посібник / А.А. Шиян - Вінниця: ВНТУ, 2009. - 164 с.

Допоміжна

1. Василенко В.А. Теорія і практика розробки управлінських рішень. Навчальний посібник / В.А. Василенко - Київ: ЦУЛ, 2003. - 420 с.
2. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці. Підручник для студ. вузів / О.В. Ульянченко - Суми: Довкілля, 2010. - 594 с.
3. Bonanno G. Game Theory / G. Bonanno. - University of California, Davis, 2015. - 578.
4. Carmichael F. A Guide to Game Theory / F. Carmichael. - FT Prentice Hall, 2005. - 286.
5. Fisher L. Rock, Paper, Scissors: Game Theory in Everyday Life / Len Fisher. - Basic Books, 2008.
6. Leyton-Brown K. Essentials of Game Theory: A Concise, Multidisciplinary Introduction / K. Leyton-Brown, Y. Shoham. - Morgan & Claypool publishers, 2008. - 88.
7. Osborne M.J. Publicly-available solutions for an Introduction to Game Theory / M.J. Osborne. - University of Toronto, 2012. - 89.
8. Peters H. Game Theory: A Multi-Leveled Approach / H. Peters. - Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 2008. - 363.
9. Prisner E. Game Theory Through Examples / E. Prisner. - Washington: MAA, 2014. - 287.

15. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
<https://library.khai.edu>