

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

Кафедра вищої математики та системного аналізу (№ 405)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи/  
Голова НМК

\_\_\_\_\_ О.Г. Ніколаєв  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 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 2020 рік**

Робоча програма «Конфліктно-керовані системи»  
для студентів за спеціальністю 124 «Системний аналіз»  
(назва дисципліни)  
освітньою програмою «Системний аналіз і управління»  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р. – 16 с.

Розробник: Бахмет Г.К., доцент кафедри вищої математики та системного  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)  
аналізу, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(підпис)

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

Протокол № \_\_ від « \_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Завідувач кафедри: д.фіз.-мат.н., професор \_\_\_\_\_ О.Г. Ніколаєв  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p><b>Галузь знань:</b> <u>12 «Інформаційні технології»</u> <small>(шифр та найменування)</small></p> <p><b>Спеціальність:</b> <u>124 «Системний аналіз»</u> <small>(код та найменування)</small></p> <p><b>Освітня програма:</b> <u>«Системний аналіз і управління»</u> <small>(найменування)</small></p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2020/2021
Індивідуальне завдання: <u>розрахункова робота</u> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 54/120		8 -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 54 самостійної роботи студента – 66		<b>Лекції</b> <sup>1)</sup>
		30 годин
	<b>Практичні</b> 24 годин	
	<b>Лабораторні</b> - годин	
	<b>Самостійна робота</b> 66 годин	
	<b>Вид контролю</b> модульний контроль, іспит	

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

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** формування базових уявлень, первинних знань, умінь і навиків студентів по конфліктно керованим ситуаціям, як наукової та прикладної дисципліни, достатньої для подальшого продовження освіти і самоосвіти їх у області теорії гри. Засвоєння основних положень питань поведінки та розробки оптимальних правил (стратегій) поведінки кожного з учасників конфліктної ситуації..

**Завдання:** надати знання студентам з методології конфліктно керованих ситуацій і здобуття навиків вживання оптимальних правил ( стратегій) поведінки кожного з учасників конфліктної ситуації та закласти у студентів сприйняття подальших дисциплін магістерських програмам даного напрямку.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти такі загальні компетентності як здатність:

- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- застосовувати знання у практичних ситуаціях
- знати та розуміти предметну область і професійну діяльність
- до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- генерувати нові ідеї (креативність)

Студенти повинні досягти також такі фахові компетентності як здатність:

-формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.

-будувати математично-коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів.

-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.

**Програмні результати навчання. Студент повинен:**

Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, векторну та лінійну алгебру, аналітичну геометрію та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу.

Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів.

Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, прийняття рішень та вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.

Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання та прогнозування, оцінювати вихідні дані.

**Міждисциплінарні зв'язки:** лінійна алгебра, математичний аналіз, теорія звичайних диференціальних рівнянь, теорія ймовірностей, теорія прийняття рішень, системний аналіз, чисельні методи, економіка, соціологія тощо.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

**Модуль 1.** Основні визначення теорії ігор. Постановка задач скінчених ігор

**Змістовий модуль 1.** Матричні ігри. Біматричні 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. Класифікація ігор. Опис матричної гри. Біматричні ігри**

Опис гри. Функція виграшу. Способи подання гри. Нормальна форма гри. Класифікація ігор. Гра з нульовою сумою. Матрична гра. Приклади матричних ігор. Біматрична гра. Опис гри. Побудова матриці гри. Приклади.

**Тема 3. Матрична гра із сідловою точкою**

Верхня та нижня ціни гри. 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 матричної 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. Розв'язання матричної гри  $2 \times 2$ . Аналітичний і матричний методи. Співвідношення переваги стратегій гравців. Розширення змішаної стратегії. Домінування стратегій гравців. Спрощення елементів матричної гри.

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

Графічний метод розв'язання ігор  $2 \times n$  та  $m \times 2$ . Приклади.

**Модульний контроль**

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

**Змістовий модуль 2.** Позиційні ігри. Нескінченні антагоністичні ігри. Багатокрокові ігри. Ігри з  $n$  учасниками

**Тема 1. Позиційні ігри**

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

## **Тема 2. Нескінченні антагоністичні ігри. Гра з вибором моменту часу**

Нескінченна антагоністична гра. Чиста верхня та чиста нижня ціни гри, сідлова точка, ціна гри у чистих стратегіях, оптимальні стратегії гравців. Приклади. Точка  $\varepsilon$  - рівноваги,  $\varepsilon$  - оптимальні стратегії гравців. 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. 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. Визначення ціни гри та оптимальних стратегій. Гра з вибором моменту часу. Основні положення та методи розв'язання. Приклади.

## **Тема 3. Багатокрокові ігри**

Гра на розорення. Середній виграш та змішані стратегії. Складання рекурентних співвідношень для ціни гри. Стохастичні ігри. Приклади. Диференціальні ігри. Приклади. Методи розв'язання.

## **Тема 4. Ігри з $n$ учасниками**

Безкоаліційна гра. Рівноважні стратегії гравців. Стратегічно еквівалентні ігри. Ситуація рівноваги в чистих та змішаних стратегіях. Змішане розширення гри. Основні теореми безкоаліційних ігор. Властивості ситуацій рівноваги. Кооперативна гра. Коаліція. Характеристична функція коаліційної гри, її властивості. Розподіл виграшів гравців. Властивості стратегічно еквівалентних кооперативних ігор.

## **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
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Матричні ігри. Біматричні ігри</b>					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Конфліктно-керовані системи»	8	2	-	-	6
Тема 2. Класифікація ігор. Опис матричної гри. Біматричні ігри	11	3	2	-	6
Тема 3. Матрична гра із сідловою точкою	11	2	3	-	6
Тема 4. Розв'язання матричної гри у змішаних стратегіях	13	4	3	-	6
Тема 5. Матричні ігри розміром $2 \times n$ та $m \times 2$	12	4	2	-	6
<b>Модульний контроль</b>	5	-	2	-	3
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	-	<b>33</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовий модуль 2. Позиційні ігри. Нескінченні антагоністичні ігри. Багатокрокові ігри. Ігри з n учасниками</b>					
Тема 1. Позиційні ігри	18	4	5	-	9
Тема 2. Нескінченні антагоністичні ігри. Гра з вибором моменту часу	17	4	5	-	8
Тема 3. Багатокрокові ігри	12	4	-	-	8
Тема 4. Ігри з n учасниками	11	3	-	-	8
<b>Модульний контроль</b>	2		2	-	-
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>12</b>		<b>33</b>
<b>Семестровий контроль: іспит</b> (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску)					
<b>Усього годин з дисципліни</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	-	<b>66</b>

## 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	<b>Разом</b>	

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1-2	Матричні ігри. Складання матриці гри. Визначення стратегій гравців. Біматричні ігри. Складання матриці гри	2
3	Матрична гра з сідловою точкою. Розв'язання гри у чистих стратегіях. Верхня і нижня ціна гри. Визначення чистої ціни гри та оптимальних стратегій гравців	2
4-5	Матрична гра, яка не має сідлової точки. Визначення вигравів гравців. Перевірка оптимальності стратегій гравців. Розв'язання матричної гри у змішаних стратегіях. Симетрична гра. Розв'язок симетричної гри	2
6-7	Розв'язання матричної гри порядку $2 \times 2$ . Аналітична та матрична форма запису. Спрощення матриці гри. Співвідношення переваги. Розширення змішаної стратегії. Домінування стратегій гравців	2
8	Розв'язання матричних ігор розміром $2 \times n$ та $m \times 2$ графічним методом	2
9	Модульний контроль	2
10-11	Позиційні ігри. Побудова дерева гри. Нормалізація позиційної гри. Різні випадки інформованості гравців. Інформаційні множини	2
12-13	Розв'язання позиційної гри з випадковими ходами	2
14	Гра на одиничному квадраті. Визначення сідлової точки та чистої ціни гри	2
15	Гра на одиничному квадраті. Визначення оптимальних змішаних стратегій гравців	2
16	Опукла гра. Знаходження ціни гри та оптимальних стратегій гравців	2
17	Модульний контроль	2
	<b>Разом</b>	<b>24</b>



## 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	<b>Разом</b>	

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Історичні відомості з виникнення та розвитку теорії ігор	3
2	Матричні ігри. Гра полковника Блотто. Різні випадки. Гра «Морра». Гра «Шерлок Холмс - Моріарті». Біматричні ігри. Складання матриць гри	4
3	Основні властивості сідлових точок	2
4	Розв'язання матричної гри у змішаних стратегіях. Приклади. Гра де Монмора. Діагональна гра. Приклади. Домінуючі стратегії. Вибори більшістю голосів при однаковій кількості голосів. Стратегічні ігри: розвідка, напад на прихований об'єкт.	5
5	Граничні випадки розв'язання матричних ігор розміром $2 \times n$ та $m \times 2$ графічним методом	3
6	Позиційні ігри з повною інформацією. Вибори з правом вето	4
7	Позиційні ігри з неповною інформацією. Приклади	4
8	Дослідження позиційної гри з ідеальною пам'яттю	4
9	Нескінченна антагоністична гра. Критерії існування $\varepsilon$ -сідлових точок. Приклади	2
10	Обчислення інтеграла Стілтєса	2
11	Увігнуто-опукла гра. Приклади з економіки: боротьба за ринки, розподіл виробничих потужностей, задача Неймана сталого розширеного виробництва.	5
12	Гра з вибором моменту часу. Приклади з економіки: тиха дуель, гучна дуель	5
13	Багатокрокові ігри. Гра інспектування. Знаходження наближених значень ціни гри та оптимальних змішаних стратегій	5
14	Методи розв'язання стохастичних ігор. Приклади	3
15	Диференціальні ігри. Приклади з економіки	3
16	Диференціальна гра. Термінальна поверхня, термінальний виграш. Рівняння траєкторій	3

17	Розв'язання безкоаліційної гри за наявності двох стратегій у кожного гравця. Побудова кубу ситуацій	3
18	Методи розв'язання кооперативних ігор. Приклади.	3
19	Біматричні ігри. Приклади: сімейна суперечка, перехрестя, музичні стільці. Визначення ситуації рівноваги	3
	<b>Разом</b>	<b>66</b>

## 9. Індивідуальні завдання

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

## 10. Методи навчання

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

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, усної здачі індивідуальних робіт, письмового модульного контролю; 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 студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Робота на практичних заняттях	0...3	6	0...18
Модульний контроль	0...16	1	0...16
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Робота на практичних заняттях	0...3	6	0...18
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
<b>Всього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 50 тестових теоретичних питань. За кожне теоретичне питання студент може отримати до 2 бали. Максимальна сума всіх балів – 100.

## 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

**знати:**

- проблематику, базові визначення та поняття теорії ігор;
- вимоги та методи формалізації конфліктних ситуацій;
- класифікацію ігор та постановки основних задач теорії ігор;
- методи знаходження та дослідження розв'язків задач, а саме оптимальних стратегій гравців та ціни гри.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

**вміти:**

- формально описувати та моделювати конфліктні ситуації, проводити їх дослідження;
- знаходити оптимальні стратегії та виграші учасників конфліктних ситуацій;
- досліджувати питання коректності постановки задач та існування їх розв'язків;
- визначати межу можливих застосувань математичних методів теорії ігор.

## 12.3. 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  $2 \times 2$  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 ігроків, їх виграші, визначити інформаційні множини, а також пояснити, що ці множини означають для ігроків. Вміти перерахувати стратегії ігроків 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  $\varepsilon$ -рівноваги,  $\varepsilon$ -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 вміти 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. авиац. 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. авіац. 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. авіац. ін-т”, 2012. – 40 с.

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

##### **Комплекс включає в себе такі обов’язкові складові:**

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, 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 чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

### **14. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Алипрантис К.Д. Игры и принятие решений / К.Д. Алипрантис, С.К. Чакрабарти. - Издат. дом ВШЭ, 2016. - 544 с.
2. Воробьев Н.Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры / Н.Н. Воробьев. – М.: Наука, 1984. – 496 с.
3. Доценко С.І. Теорія ігор. Навчальний посібник / С.І. Доценко - Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2013. - 88 с.
4. Зайченко О.Ю. Дослідження операцій. Збірник задач / О.Ю. Зайченко, Ю.П. Зайченко - Видавничий Дім "Слово", 2007. - 472 с.
5. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій / Ю.П. Зайченко - К.: Видавн. дім

"Слово", 2006. - 816 с.

6. Катренко А.В. Дослідження операцій. Підручник / А.В. Катренко - Львів: Магнолія-2006, 2009. - 350 с.
7. Колобашкина Л. Основы теории игр. Учебное пособие / Л. Колобашкина. - Бинном. Лаборатория знаний, 2014. - 200 с.
8. Костевич Л.С. Теория игр. Исследование операций / Л.С. Костевич, А.А. Лапко. - Минск: Высш. школа, 2008. - 368 с.
9. Крушевский А.В. Теория игр / А.В. Крушевский. - Киев: Вища школа, 1977. - 216 с.
10. Кутковецкий В.Я. Дослідження операцій. Навчальний посібник / В.Я. Кутковецкий - Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2003. - 260 с.
11. Мак-Кинси Дж. Введение в теорию игр / Дж. Мак-Кинси. - М.: Физматгиз, 1960. - 420 с.
12. Оуэн Г. Теория игр / Г. Оуэн. - ЛКИ, 2010. - 212 с.
13. Писарук Н.Н. Введение в теорию игр / Н.Н. Писарук. - Минск: БГУ, 2015. - 256 с.
14. Протасов И.Д. Теория игр и исследование операций / И.Д. Протасов. - Гелиос АРВ, 2006. - 368 с.
15. 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. Диксит А. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни / А. Диксит, Б. Нэлбафф. - МИФ, 2014. - 464 с.
3. Захаров А.В. Теория игр в общественных науках: учебник для ВУЗов / А.В. Захаров. - М.: Издат. дом ВШЭ, 2015. - 304 с.
4. Кобзарь А.И. Теория игр: играют все / А.И. Кобзарь, В.Н. Тикменов, И.В. Тикменова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 272 с.
5. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики / Э. Мулен. - М.: Мир, 1985. - 200 с.
6. Невежин В. Исследование операций и принятие решений в экономике / В. Невежин, С. Кружилов, Ю. Невежин. - Форум, 2012. - 400 с.
7. Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. - М.: Наука, 1970. - 708 с.
8. Светлов В. Введение в единую теорию анализа и разрешения конфликтов / В. Светлов. - Либроком, 2013. - 304 с.
9. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці. Підручник для студ. вузів / О.В. Ульянченко - Суми: Довкілля, 2010. - 594 с.
10. Шеллинг Т. Стратегия конфликта / Т. Шеллинг. - ИРИСЭН, 2007. - 376 с.
11. Шикин Е. В. От игр к играм. Математическое введение / Е.В. Шикин. - КомКнига, 2006. - 114 с.
12. Bonanno G. Game Theory / G. Bonanno. - University of California, Davis,

2015. – 578.

13. Carmichael F. A Guide to Game Theory / F. Carmichael. – FT Prentice Hall, 2005. – 286.

14. Fisher L. Rock, Paper, Scissors: Game Theory in Everyday Life / Len Fisher. - Basic Books, 2008.

15. Leyton-Brown K. Essentials of Game Theory: A Concise, Multidisciplinary Introduction / K. Leyton-Brown, Y. Shoham. - Morgan & Claypool publishers, 2008. – 88.

16. Osborne M.J. Publicly-available solutions for an Introduction to Game Theory / M.J. Osborne. –University of Toronto, 2012. – 89.

17. Peters H. Game Theory: A Multi-Leveled Approach / H. Peters. – Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2008. – 363.

18. Prisner E. Game Theory Through Examples / E. Prisner. – Washington: MAA, 2014. – 287.

## **15. Інформаційні ресурси**

k405@ khai.edu.