

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ ІГОР / GAME THEORY

для студентів / for students

галузь знань **12 – Інформаційні технології / Information Technologies**
(шифр і назва)

спеціальність **122 – Комп'ютерні науки / Computer Science**
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **магістр / Master's educational level**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Штучний інтелект / Artificial Intelligence**
(назва освітньої програми)

вид дисципліни **вибіркова / selective**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2019/2020
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська, англійська/ Ukrainian, English
Форма заключного контролю	іспит/exam

Викладачі: **д.ф.-м.н., професор Машенко С.О.,**
д.ф.-м.н, проф. Крак Ю.В. (лекції)

Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

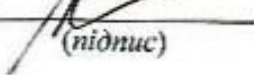
КИЇВ – 2019

Машенко С.О., 2019 рік

Розробник: **Машенко Сергій Олегович**, д.ф.-м.н., професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри «Системного аналізу та теорії прийняття рішень»


(підпис)

(Наконечний О.Г.),
(прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «28» серпня 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «30» серпня 2019 року №1

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Омельчук Л.Л.)
(прізвище та ініціали)

«30» серпня 2019 року

1. **Мета дисципліни:** одержання студентами базових знань з теоретичних положень теорії прийняття рішень в умовах конфлікту, вмінь працювати з основними моделями та методами, навичок застосування отриманих знань до розв'язання типових задач теорії ігор./

Discipline aim: students gain basic knowledge of the theoretical provisions of the theory of decision-making in conflict, skills to work with basic models and methods, skills of applying the acquired knowledge to solve typical problems of game theory.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни /

Prerequisites for mastering or choosing a course

Знати: базові поняття та теореми математичного аналізу, алгебри та геометрії, дослідження операцій, теорії прийняття рішень.

Вміти: розв'язувати типові задачі з цих курсів.

Володіти елементарними навичками: розв'язувати задачі з дослідження операцій.

/

Know: the basic concepts and theorems of mathematical analysis, algebra and geometry, operations research, decision theory.

Be able: to solve typical problems from these courses.

Have basic skills: solve operations research problems.

3. Анотація навчальної дисципліни / Summary of the course

Навчальна дисципліна "Теорія ігор" забезпечує основні постановки задач прийняття рішень в умовах конфлікту (нормальну форму характеристичну гри) та принципи оптимальності, основні визначення, формули, поняття та положення, підходи до прийняття рішень в умовах конфлікту і спрямована на отримання вмінь застосовувати методи знаходження розв'язків задач прийняття рішень в умовах конфлікту; використовувати ігрові моделі прийняття рішень в умовах конфлікту для розв'язання практичних задач. /

The discipline "Game Theory" provides basic problem-solving in conflict (normal form of characteristic game) and the principles of optimality, basic definitions, formulas, concepts and provisions, approaches to decision-making in conflict and aims to gain skills to apply methods of finding solutions for decision-making tasks in conflict situations; use game models of decision-making in conflict situations to solve practical problems.

Викладається у 2 семестрі 2 курсу магістратури в обсязі – 120 год. /

It is taught in semester 4 of the master's course of 120 hours.

4 кредитів ECTS, зокрема: *лекції – 24 год., самостійна робота – 92 год., консультацій – 4 год.* /

5 ECTS credits, in particular: *lectures – 24 hours, independent work – 92 hours, consultations – 4 hours.*

У курсі передбачено дві *контрольні роботи*. / The course provides 2 test works. Завершується дисципліна – **іспитом** у 2 семестрі 2 курсу магістратури. / Completes the discipline – **exam** in semester 4 of the master's course.

4. Завдання (навчальні цілі). / Tasks (learning objectives).

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати:

- здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування;
- здатність формулювати постановку задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування;
- здатність спілкуватися іноземною мовою;
- здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність бути критичним і самокритичним. /

As a result of studying the discipline the student must have:

- ability to formulate optimization problems in the design of control and decision-making systems, namely: mathematical models, optimality criteria, constraints, management objectives; choose rational methods and algorithms for solving optimization and optimal control problems;
- the ability to formulate the problem of optimization in the design of control systems and decision-making, namely: mathematical models, optimality criteria, constraints, management objectives; choose rational methods and algorithms for solving optimization and optimal control problems;
- ability to communicate in a foreign language;
- ability to learn and master modern knowledge;
- ability to generate new ideas (creativity);
- ability to be critical and self-critical.

5. Результати навчання за дисципліною. / Learning outcomes of the discipline.

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність) / Learning Outcome (LO) (1. know; 2. be able; 3. communication; 4. autonomy and responsibility)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання/ Forms (and / or methods and technologies) of teaching and learning	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності) / Assessment methods and assessment threshold (if applicable)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни / Percentage of the final grade in the discipline
Код/ Code	Результат навчання/ Learning Outcome (LO)			
РН/ LO 1.1	Знати основні постановки задач прийняття рішень в умовах конфлікту (нормальну форму характеристичну гри) та принципи оптимальності. / Know the basic formulations of decision-making problems in conflict (normal form characteristic of the game) and the principles of optimality.	Лекція/ Lecture	Контрольні роботи (КР), 60% правильних відповідей, захист самостійної роботи, іспит / Control, 60% correct answers, Defense of independent work, exam	25%
РН/ LO 1.2	Знати основні визначення, формули, поняття та положення, підходи до прийняття рішень в умовах конфлікту. / Know the basic definitions, formulas, concepts and provisions, approaches to decision-making in conflict.	Лекція/ Lecture		25%
РН/ LO 2.1	Вміти застосовувати методи знаходження розв'язків задач прийняття рішень в умовах конфлікту. / Be able to apply methods for finding solutions to decision-making problems in conflict situations.	Самостійна робота / Independent work	Захист самостійної роботи, іспит / Defense of independent work, exam	25%
РН/ LO 2.2	Вміти використовувати ігрові моделі прийняття рішень в умовах конфлікту для розв'язання практичних задач. / Be able to use game models of decision-making in conflict situations to solve practical problems.	Самостійна робота / Independent work		25%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання /

The correlation of learning outcomes of the discipline with the program learning outcomes.

Результати навчання дисципліни / Learning outcomes of the discipline	PH/ LO 1.1	PH/ LO 1.2	PH/ LO 2.1	PH/ LO 2.2
Програмні результати навчання / Program learning outcomes (PLO)				
ПРН/PLO 2. Використовувати моделі та методи прийняття рішень на основі теорії нечітких множин та в умовах невизначеності і ризиків в процесі управлінської діяльності за галузями. / To use models and methods of decision-making based on fuzzy set theory and in conditions of uncertainty and risk in the management of industries.	+	+	+	+
ПРН/PLO 9. Володіти методами та технологіями організації та застосування даних у задачах обчислювального інтелекту, будувати моделі прийняття рішень на основі теорії розпізнавання образів, нейромереж та нечіткої логіки. / To acquire knowledge about methods and technologies of organization and application of data in problems of computational intelligence, to build decision-making models based on the theory of pattern recognition, neural networks and fuzzy logic.			+	+

7. Схеми формування оцінки. / Scheme of formation of assessment.

7.1 Форми оцінювання студентів: Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. При виставленні балів враховується: оцінки за контрольні роботи – 10+10 балів, поточне оцінювання – 40 балів.

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1 – 30 балів / 18 балів,
2. Захист самостійної роботи: РН1.4, РН2.1, РН2.2 – 30 балів / 18 балів.

Підсумковий контроль проводиться у формі іспиту – 40 балів.

Підсумкова оцінка $100 = 60 + 40$.

Якщо студент з поважних причин, які підтверджено документально, був відсутній при написанні контрольної роботи, він має право на одне перескладання з можливістю отримання максимальної кількості балів. Термін перескладання визначається викладачем.

Студент допускається до іспиту, якщо в семестрі набрав не менше ніж 20 балів. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит має бути не менше 24 балів.

Іспит вважається не зданим, якщо сумарна кількість балів з дисципліни складає менше 60 балів.

На підставі п.п. 4.1, 4.2 "Положення про порядок оцінювання знань студентів" та п.п. 4.6.1, 7.1.5, 7.1.11, 7.1.12 "Положення про організацію освітнього процесу":

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом упродовж 1-го семестру: 100 балів;
- студент допускається до іспиту, якщо в семестрі набрав не менше 20 балів та отримав не менше мінімальної порогової кількості балів за поточну та контрольну лабораторну роботу. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит має бути не менше 24 балів.

– якщо протягом семестру студент набрав менше 60 балів і допущений до підсумкового контролю, то йому надається можливість написати підсумкову контрольну роботу (25/15 балів), бали за яку додаються до набраних упродовж семестру балів;

- результати навчання, які оцінюються у 2 контрольних роботах: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2;
- форма проведення: письмові роботи;
- види завдань: 3 теоретичні питання.

Студент допускається до підсумкового контролю у формі іспиту, якщо в семестрі набрав не менше 20 балів за контрольні роботи і при цьому загалом набрав не менше 24 балів. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни має бути отримано не менше 60 балів.

- підсумкове оцінювання: іспит /

7.1. Forms of Student Assessment: The results of students' learning activities are evaluated on a 100-point scale. When setting points, the following is taken into account: grades for tests - 10 + 10 points, current assessment - 40 points.

- semester assessment:

1. Test work: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH2.1 - 30 points / 18 points,
2. Defense of independent work: PH1.4, PH2.1, PH2.2 - 30 points / 18 points.

The final control is conducted in the form of an exam - 40 points.

The final score is $100 = 60 + 40$.

If a student for good reasons, which is documented, was absent when writing the test, he is entitled to one re-assignment with the possibility of obtaining the maximum number of points. The term of reassembly is determined by the teacher.

A student is admitted to the exam if he has scored at least 20 points in the semester. To receive an overall positive grade in the discipline, the grade for the exam must be at least 24 points.

The exam is considered failed if the total number of points in the discipline is less than 60 points.

Based on p.p. 4.1, 4.2 "Regulations on the procedure for assessing students' knowledge" and p.p. 4.6.1, 7.1.5, 7.1.11, 7.1.12 "Regulations on the organization of the educational process":

- the maximum number of points that can be obtained by a student during the 1st semester: 100 points;
- a student is admitted to the exam if he / she scored at least 20 points in the semester and received at least the minimum threshold number of points for current and control laboratory work. To receive an overall positive grade in the discipline, the grade for the exam must be at least 24 points.

- if during the semester the student scored less than 60 points and admitted to the final control, he is given the opportunity to write a final test (25/15 points), points for which are added to the points scored during the semester;

- learning outcomes, which are evaluated in 2 tests: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2;

- form of conducting: written works;

- types of tasks: 3 theoretical questions.

A student is admitted to the final control in the form of an exam, if in the semester he scored at least 20 points for tests and at the same time he scored a total of at least 24 points. To receive an overall positive grade in the discipline must be obtained at least 60 points.

- final assessment: exam

Типова контрольна робота складається з теоретичних та практичних завдань за матеріалом лекцій. /

Typical test work consists of theoretical and practical tasks based on lecture material.

Матеріал, що виноситься на контрольну роботу /

Material submitted for control work:

1. Класифікація ігор.
2. Домінуючі стратегії. Недоміновані стратегії. Теореми про існування домінуючих та недомінованих стратегій.
3. Обережні стратегії. Теорема про існування обережних стратегій.
4. Несуттєві ігри. Обережні стратегії в іграх двох осіб з нульовою сумою. Теорема про сідлову точку антагоністичної гри. Гра «дуель» .
5. Складна рівновага. Теорема про існування складної рівноваги. Розгорнута форма гри. Дерево гри. Теорема Куна.
6. Стабільні угоди. Сильна рівновага Неша.
7. Рівновага у сумісних змішаних стратегіях. Гра « ввічливі водії».
8. Поділи у кооперативних іграх. Теорема про існування поділів.
9. α - ядро гри. α -ядро гри двох осіб, γ - ядро гри.

10. Класифікація ігор двох осіб.
11. Ігри у характеристичній формі. Характеристична функція гри в нормальній формі.
12. C-ядро гри. Властивості C-ядра. Збалансовані ігри.
13. Вектор Шеплі. Конструктивне означення вектору Шеплі. Варіаційне означення вектору Шеплі. Властивості вектору Шеплі. Вектор Шеплі в опуклих іграх.
14. Лексмін. N-ядро та його властивості. Алгоритм пошуку N-ядра. /
1. Classification of games.
2. Dominant strategies. Non-dominant strategies. Theorems on the existence of dominant and non-dominant strategies.
3. Cautious strategies. Theorem on the existence of cautious strategies.
4. Insignificant games. Cautious strategies in two-person games with zero amount. The saddle point theorem of antagonistic play. Game "duel".
5. Complex balance. Theorem on the existence of complex equilibrium. Expanded form of the game. Game tree. Kuhn's theorem.
6. Stable agreements. Nash's strong balance.
7. Equilibrium in compatible mixed strategies. Game "polite drivers".
8. Divisions in cooperative games. Theorem on the existence of divisions.
9. α -core of the game. α -core of the game of two people, γ -core of the game.
10. Classification of games for two people.
11. Games in a characteristic form. The characteristic function of the game is in normal form.
12. C-core game. Properties of the C-core. Balanced games.
13. Vector Shapley. Constructive definition of the Shepley vector. Variation definition of the Shepley vector. Properties of the Shepley vector. Vector Shepley in convex games.
14. Lexmin. N-core and its properties. N-core search algorithm.

7.2 Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота 1: до 7 тижня семестру.
2. Контрольна робота 2: до 15 тижня семестру.
3. Захист самостійної роботи: до 14 тижня семестру.

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року. /

Evaluation organization:

Terms of evaluation forms:

1. Test: up to 7 weeks of the semester.
2. Test work: up to 15 weeks of the semester.
3. Defense of independent work: up to 14 weeks of the semester.

The student has the right to one retake of each test with the possibility of obtaining a maximum of 80% of the points initially determined for this test. The term of reassembly is determined by the teacher.

In case of absence of a student for valid reasons working off and transfer of tests are carried out according to "Regulations on the order of an estimation of knowledge of students at the credit-modular system of the organization of educational process" from October 1, 2010.

7.3. Шкала відповідності оцінок / Rating scale

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

**8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять /
Structure of the discipline. Thematic lesson plan**

№ Лекції/ No lectures	Назва лекції (теми) / Title of the lecture (topic)	Кількість годин / Number of hours	
		Лекції/ Lectures	Сам. робот a/ Ind. work
Частина 1. Некооперативна поведінка гравців. / Part 1. Non-cooperative behavior of players.			
1	<p>Тема 1. Гра у нормальній формі. Класифікація ігор: за взаємодією гравців; за умовами інформованості гравців. Умови повної неінформованості гравців. Домінування стратегій. Домінуючі та недоміновані стратегії. Теореми про існування домінуючих та недомінованих стратегій.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Обережні стратегії в неантагоністичних іграх [4, с. 62-73], [3, с. 183-186]. /</p> <p>Topic 1. Game in normal form. Classification of games: by player interaction; under the conditions of awareness of players. Conditions of complete ignorance of players. Dominance of strategies. Dominant and non-dominant strategies. Theorems on the existence of dominant and non-dominant strategies.</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. Cautious strategies in non-antagonistic games [4, p. 62-73], [3, p. 183-186].</p>	2	8
2	<p>Тема 2. Обережні стратегії. Теорема про існування обережних стратегій. Несуттєві ігри. Побудова множини обережних стратегій. Обережні стратегії в антагоністичних іграх. Ціна гри. Сідлова точка антагоністичної гри двох осіб. Теорема про існування оптимальних стратегій.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Обережні стратегії в антагоністичних іграх [4, с. 73-82], [3, с. 183-186]. /</p> <p>Topic 2. Cautious strategies. Theorem on the existence of cautious strategies. Insignificant games. Building a set of cautious strategies. Cautious strategies in antagonistic games. The price of the game. Saddle point of the antagonistic game of two people. Theorem on the existence of optimal strategies.</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. Cautious strategies in antagonistic games [4, p. 73-82], [3, p. 183-186].</p>	2	7
3	<p>Тема 3. Змішані стратегії в матричних антагоністичних іграх. Основні поняття та теореми. Повністю змішані стратегії. Розв'язання матричних ігор. Графічний метод. Зведення матричної гри до пари двоїстих задач лінійного програмування. Наближені методи розв'язання матричних ігор. Метод Брауна-Робінсон. Регулярний ітеративний алгоритм. Метод диференціальних рівнянь.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Змішані стратегії в матричних антагоністичних іграх [4, с. 82-91], [3, с. 183-186]. /</p> <p>Topic 3. Completely mixed strategies. Solving matrix games. Graphic method. Reduction of a matrix game to a pair of dual linear programming problems. Approximate methods for solving matrix games. Brown-Robinson method. Regular iterative algorithm. Method of differential equations.</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. Mixed strategies in matrix antagonistic games [4, p. 82-91], [3, p. 183-186].</p>	2	8

4	<p>Тема 4. Умови повної інформованості гравців. Послідовне виключення домінованих стратегій. Складна рівновага. Теорема про існування складної рівноваги. Розгорнута форма гри. Гра «Вибори з правилом вето». Дерево гри. Теорема Куна. Приклади складної поведінки гравців. Гра «поділ долару при інфляції». Гра «парадоксальний метод поділу».</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Розв'язання матричних ігор [4, с. 91-103], [3, с. 183-186]. /</p> <p>Topic 4. Conditions of full awareness of players. Consistent exclusion of dominant strategies. Complex balance. Theorem on the existence of complex equilibrium. Expanded form of the game. Game "Election with a rule of veto". Game tree. Kuhn's theorem. Examples of complex player behavior. Game "division of the dollar in inflation". Game "paradoxical method of division".</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. Solving matrix games [4, p. 91-103], [3, p. 183-186].</p>	2	8
5	<p>Тема 5. Визначення та умови застосування рівноваги Неша. Властивості рівноваг Неша. Поведінка гравців в умовах мінімальної інформованості. Процедура Курно. Стійкі, локально-стійкі та нестійкі рівноваги. Умови локальної стійкості рівноваг.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Рівновага за Нешем [4, с. 108-121], [3, с. 196-218]. /</p> <p>Topic 5. Definition and conditions of application of Nash equilibrium. Properties of Nash equilibria. Behavior of players in conditions of minimal awareness. Cournot procedure. Stable, locally stable and unstable equilibria. Conditions of local stability of equilibria.</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. Nash equilibrium [4, p. 108-121], [3, p. 196-218].</p>	2	8
6	<p>Тема 6. Проблема вибору єдиної рівноваги. Домінування за вигрешом. Домінування за ризиком. Несиметрична інформованість гравців. Рівновага за Штакельбергом. Теорема про існування рівноваг Штакельберга.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Стабільні угоди [4, с. 121-130], [3, с. 237-263]. /</p> <p>Topic 6. The problem of choosing a single equilibrium. Dominance by winning. Dominance by risk. Asymmetric awareness of players. Stackelberg equilibrium. Theorem on the existence of Stackelberg equilibria.</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. Stable agreements [4, p. 121-130], [3, p. 237-263].</p>	1	7
<i>Контрольна робота 1 / Test work 1</i>		1	
<i>Всього за частиною 1 / Total for part 1</i>		12	46
Частина 2. Кооперативна поведінка гравців. / Part 2. Cooperative behavior of players.			
7	<p>Тема 7. Розвиток концепції рівноваг у сумісних змішаних стратегіях. Визначення слабкої рівноваги у сумісних змішаних стратегіях та її властивості. Теорема про існування. Сценарій погроз та його властивості. Теорема про існування. Поділ. Теорема про існування поділу.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Рівноваги у сумісних змішаних стратегіях [3, с. 237-263]. /</p> <p>Topic 7. Development of the concept of equilibria in compatible mixed strategies. Identification of weak equilibrium in compatible mixed strategies and its properties. Existence theorem. Threat scenario and its properties. Existence theorem. Divide. Theorem on the existence of division.</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. Equilibria in compatible mixed strategies [3, p. 237-263].</p>	2	8
8	<p>Тема 8. Метагра Ховарда. Метастратегії. Властивості рівноваг в метагрі Ховарда. Приклад. Визначення α-ядра гри та його властивості.</p> <p><i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. α-ядро гри [4, с. 121-130], [3, с. 237-263]. /</p> <p>Topic 8. Howard's metagram. Metastrategies. Properties of equilibria in Howard's metagr. Example. Definition α-game core and its properties.</p> <p><i>Independent work:</i> Solving problems. α-game core [4, p. 121-130], [3, p. 237-263].</p>	2	8

9	<p>Тема 9. Визначення β-ядра гри та його властивості. Визначення γ-ядра гри та його властивості. <i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. β-ядро гри [4, с. 121-130], [3, с. 237-263]. /</p> <p>Topic 9. Definition of the β-core of the game and its properties. Determination of the γ-nucleus of the game and its properties. <i>Independent work:</i> Solving problems. β-core of the game [4, p. 121-130], [3, p. 237-263].</p>	2	7
10	<p>Тема 10. Ігри у характеристичній формі. Характеристична функція гри в нормальній формі. Властивості ігор в характеристичній формі. <i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. Гра в характеристичній формі [4, с. 130-143], [3, с. 263-274]. /</p> <p>Topic 10. Games in a characteristic form. The characteristic function of the game is in normal form. Properties of games in a characteristic form. <i>Independent work:</i> Solving problems. Game in a characteristic form [4, p. 130-143], [3, p. 263-274].</p>	2	8
11	<p>Тема 11. Поділи. Домінування. Ядро гри. Теорема (про характеризацію ядра). Збалансовані ігри. Теорема Бондаревої. Опуклі ігри. Приклади. <i>Самостійна робота:</i> Розв'язання прикладів. C-ядро гри [4, с. 130-143], [3, с. 263-274]. /</p> <p>Topic 11. Divisions. Domination. The core of the game. Theorem (on the characterization of the nucleus). Balanced games. Bondareva's theorem. Convex games. Problems. <i>Independent work:</i> Solving problems. C-core of the game [4, p. 130-143], [3, p. 263-274].</p>	2	8
12	<p>Тема 12. Властивості N-ядра. Теорема про селектор. Алгоритм пошуку N-ядра. Визначення ядра Шеплі. Знаходження вектору Шеплі. Приклад знаходження вектору Шеплі. /</p> <p>Topic 12. Properties of the N-nucleus. The selector theorem. N-core search algorithm. Definition of the Shepley kernel. Finding the Shepley vector. Problem of finding the vector Shepley.</p>	1	7
	<i>Контрольна робота 2 / Test work 2</i>	1	
	<i>Всього за частиною 2 / Total for part 2</i>	12	46
	ВСЬОГО / TOTAL	24	92

Загальний обсяг – 120 год., в тому числі: / **The total amount is 120 hours,** including:

Лекцій – **24 год., / Lectures – 24 hours,**

Самостійна робота – **92 год., / Independent work – 92 hours,**

Консультації – **4 год. / Consultation – 4 hours**

9. Рекомендовані джерела. / Recommended sources.

Основні: / Basic:

1. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики. – М.: Мир, 1985.-200 с.
2. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. – Москва: Мир, 1991. – 464 с.
3. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2010. – 336 с.
4. Мащенко С. О. Збірник задач з теорії прийняття рішень: навч. посіб. – К.: «Видавництво Людмила», 2018. – 192 с.

Додаткові: / Additional:

1. Вилкас Э.И. Оптимальность в играх и решениях.-М.: Наука, 1990. -256 с.
2. Васин А.А., Морозов В.В. Теория игр и модели математической экономики. – М.: МаксПресс, 2005. -272 с.
3. Харшаньи Дж., Зельтен Р. Общая теория выбора равновесия в играх. – Санкт-Петербург: Экономическая школа, 2001.- 424 с.