



# Оптимальне керування та теорія ігор в економіці

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

| Рівень вищої освіти                         | Перший (бакалаврський)  |
|---|---|
| Галузь знань                                | 05 Соціальні та поведінкові науки   |
| Спеціальність                               | 051 Економіка   |
| Освітня програма                            | Економічна кібернетика  |
| Статус дисципліни                           | Нормативна  |
| Форма навчання                              | Очна (денна)  |
| Рік підготовки, семестр                     | 3 курс, весняний семестр  |
| Обсяг дисципліни                            | 120 годин (4 кредитів)  |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи  | Письмовий екзамен, МКР  |
| Розклад занять                              | 1 лекція на тиждень, 1 комп'ютерний практикум і 1 практичне заняття на 2 тижня  |
| Мова викладання                             | Українська  |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: д.ф.-м.н., проф., Володимир Омелянович Капустян, email: <a href="mailto:v.kapustyan@kpi.ua">v.kapustyan@kpi.ua</a><br>Практичні: д.ф.-м.н., проф., Володимир Омелянович Капустян, email: <a href="mailto:v.kapustyan@kpi.ua">v.kapustyan@kpi.ua</a> |
| Розміщення курсу                            | Google classroom:<br><a href="https://classroom.google.com/c/MzY4MjczNzYyMzU4?cjc=t4onozz">https://classroom.google.com/c/MzY4MjczNzYyMzU4?cjc=t4onozz</a>  |

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

**Метою** навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

#### ЗДАТНОСТІ

- обґрунтовувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей економічних систем і процесів та із застосуванням сучасного методичного інструментарію;
- поглиблено аналізувати проблеми і явища в одній або декількох професійних сферах з врахуванням економічних ризиків та можливих соціально-економічних наслідків;
- аналізувати та прогнозувати поведінку економічних систем, як об'єктів оптимального керування або теорії ігор.

#### 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

#### ЗНАННЯ:

- теоретичних засад формалізації економічних задач у вигляді об'єктів керування в детермінованих та конфліктних умовах;
- методів теорії оптимального керування та диференціальних ігор для аналізу та прогнозування поведінки економічних систем в детермінованих умовах та умовах ризику.

#### уміння:

- застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати;
- виконувати міждисциплінарний аналіз соціально-економічних явищ і проблем в однієї або декількох професійних сферах з врахуванням ризиків та можливих соціально-економічних наслідків;
- *застосовувати методи оптимального керування та теорії ігор при вирішенні практичних задач управління економічними системами.*

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Курс ґрунтується на засвоєних студентами дисциплін: «Математика для економістів», «Економіко-математичні методи та моделі», «Чисельні методи», «Принципи функціонального аналізу в дослідженні економічних моделей», «Інформаційні системи та технології в управлінні». Курс передує вивченню дисциплін: «Моделювання економіки», «Моделі економічної динаміки».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Тема 1. Однокритеріальна оптимізація в  $R^n$ .**

**Тема 2. Диференціальні умови оптимальності.**

**Тема 3. Задачі векторної оптимізації в  $R^n$ .**

**Тема 4. Умови оптимальності.**

**Тема 5. Ефективні точки.**

**Тема 6. Теорія ігор та прийняття рішень у конфліктних ситуаціях.**

**Тема 7. Критерій максимізації ефективності (ймовірності).**

**Тема 8. Ситуації прийняття рішень в умовах невизначеності другого роду.**

**Тема 9. Антагоністичні ігри.**

**Тема 10. Класифікація ігор, методи розв'язку.**

**Тема 11. Безкоаліційні ігри.**

**Тема 12. Безкоаліційні ігри.**

**Тема 13. Кооперативні ігри.**

**Тема 14. Задачі оптимального керування.**

**Тема 15. Варіаційне числення та теорія оптимального керування.**

**Тема 16. Принцип максимуму Понтрягіна.**

**Тема 17. Принцип Беллмана.**

**Тема 18. Диференціальні ігри.**

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова**

1. Вентцель Е.С. Элементы теории игр. – М.: Гос. изд. физ.-матем. лит., 1961.
2. Егоров А.И. Основы теории управления. – М.: Физматлит, 2004.
3. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М.: Прогресс, 2002.
4. Жуковский В.И., Чикрий А.А. Линейно-квадратичные дифференциальные игры. – К.: Наукова думка, 1994.
5. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. – М.: Наука, 1986
6. Шикин Е.В., Чкартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. – М.: КДУ, 2009.
7. Оптимальне керування та теорія ігор в економіці: методичні вказівки щодо виконання курсової роботи для студентів галузі знань 0305 – «Економіка та підприємництво» напряму підготовки 6.030502 «Економічна кібернетика» усіх форм навчання / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»; [уклад. В.О. Капустян, І.О. Пишнограєв]. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 25 с.

## Додаткова

1. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тимохов В.М. Сборник задач по оптимизации. – М.: Наука, 1984.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М. Наука, 1980.
3. Воробьев Н.Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков. – М.: Наука, 1985
4. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике. – М.: Изд. „Дело и сервис”, 2009.
5. Охріменко М.Г., Дзюбан І.Ю. Дослідження операцій. – К.: Центр навч. літ., 2006.
6. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике. – М.: Изд. „Дело и сервис”, 2009.

Посилання на основні джерела з базової літератури будуть викладені на електронних ресурсах КПІ ім. Ігоря Сікорського.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

| Назви розділів і тем   | Кількість годин |              |                   |                        |     |
|--|-----------------|--------------|-------------------|------------------------|-----|
|  | Всього          | у тому числі |                   |                        |     |
|  |                 | Лекції       | Практичні заняття | Комп'ютерні практикуми | СРС |
| 1  | 2               | 3            | 4                 | 5                      | 6   |
| <b>Розділ 1. Оптимізація в <math>R^n</math></b>                                |                 |              |                   |                        |     |
| <u>Тема 1.</u> Однокритеріальна оптимізація в $R^n$ .                          | 6               | 1            | 1                 | 3                      | 1   |
| <u>Тема 2.</u> Диференціальні умови оптимальності.                             | 3               | 1            | -                 | -                      | 2   |
| <u>Тема 3.</u> Задачі векторної оптимізації в $R^n$ .                          | 9               | 2            | 1                 | 4                      | 2   |
| <u>Тема 4.</u> Умови оптимальності.  | 5               | 2            | 1                 | -                      | 2   |
| <u>Тема 5.</u> Ефективні точки.  | 4               | 2            | -                 | -                      | 2   |
| Разом за розділом 1  | 27              | 8            | 3                 | 7                      | 9   |
| <b>Розділ 2. Ігри в конфліктних ситуаціях</b>                                  |                 |              |                   |                        |     |
| <u>Тема 6.</u> Теорія ігор та прийняття рішень у конфліктних ситуаціях.        | 6               | 2            | 2                 | -                      | 2   |
| <u>Тема 7.</u> Критерій максимізації ефективності (ймовірності).               | 4               | 2            | -                 | -                      | 2   |
| <u>Тема 8.</u> Ситуації прийняття рішень в умовах невизначеності другого роду. | 4               | 2            | -                 | -                      | 2   |
| <u>Тема 9.</u> Антагоністичні ігри.  | 9               | 2            | 2                 | 3                      | 2   |
| <u>Тема 10.</u> Класифікація ігор, методи розв'язку.                           | 6               | 2            | 2                 | -                      | 2   |
| Разом за розділом 2  | 29              | 10           | 6                 | 3                      | 10  |
| <b>Розділ 3. Рівноваги в іграх</b>   |                 |              |                   |                        |     |
| <u>Тема 11.</u> Безкоаліційні ігри.  | 5               | 1            | -                 | 2                      | 2   |
| <u>Тема 12.</u> Безкоаліційні ігри.  | 5               | 1            | 2                 | -                      | 2   |
| <u>Тема 13.</u> Кооперативні ігри.   | 6               | 2            | -                 | 2                      | 2   |
| Разом за розділом 3  | 16              | 4            | 2                 | 4                      | 6   |
| <b>Розділ 4. Оптимальне керування і ігри</b>                                   |                 |              |                   |                        |     |

|  |            |           |           |           |           |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Тема 14. Задачі оптимального керування.                        | 8          | 2         | -         | 2         | 1         |
| Тема 15. Варіаційне числення та теорія оптимального керування. | 3          | 2         | -         | -         | 1         |
| Тема 16. Принцип максимуму понтрягіна.                         | 8          | 4         | 2         | -         | 1         |
| Тема 17. Принцип Беллмана.                                     | 6          | 3         | 2         | -         | 1         |
| Тема 18. Диференціальні ігри.                                  | 6          | 3         | 3         | -         | 1         |
| Разом за розділом 4  | 31         | 14        | 7         | 4         | 8         |
| МКР  | 6,8        |           |           | 2         | 3         |
| Підготовка до екзамену   | 15         |           | -         | -         | 15        |
| <b>Всього годин</b>  | <b>120</b> | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>48</b> |

### Перелік лекційних занять

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)  |
|-------|--|
| 1     | <p align="center"><b>Однокритеріальна оптимізація в <math>R^n</math>.</b></p> <p>1.1. Основні поняття оптимізації функцій в <math>R^n</math>;<br/> 1.2. Мінімізуючі послідовності;<br/> 1.3. Теорема Вейерштраса про існування екстремумів функції.<br/> 1.4. Необхідні умови оптимальності в термінах напрямків.<br/> Література: основна – [3,5], додаткова – [7,8].</p>   |
| 2     | <p align="center"><b>Диференціальні умови оптимальності.</b></p> <p>2.1. Диференціальні умови оптимальності в задачі мінімізації на опуклій множині;<br/> 2.2. Диференціальні умови оптимальності в задачі математичного програмування (принцип Лагранжа) – формування результатів;<br/> 2.3. Диференціальні умови оптимальності в задачі математичного програмування (принцип Лагранжа) – доведення результатів.<br/> Література: основна – [3,5], додаткова – [7,8].</p> |
| 3     | <p align="center"><b>Задачі векторної оптимізації в <math>R^n</math>.</b></p> <p>3.1. Задачі векторної оптимізації в <math>R^n</math>;<br/> 3.2. Відношення переваги в <math>R^n</math>;<br/> Література: основна – [3,5], додаткова – [7].</p>  |
| 4     | <p align="center"><b>Умови оптимальності.</b></p> <p>4.1. Достатні умови регулярності;<br/> 4.2. Оптимальність за Парето;<br/> 4.3. Оптимальність за Слейтером.<br/> Література: основна – [3,5], додаткова – [7,8].</p>   |
| 5     | <p align="center"><b>Ефективні точки.</b></p> <p>5.1. Згортки векторних критеріїв;<br/> 5.2. Теореми про ефективні точки;<br/> Література: основна – [5], додаткова – [7].</p>   |
| 6     | <p align="center"><b>Теорія ігор та прийняття рішень у конфліктних ситуаціях.</b></p> <p>6.1. Ситуація прийняття рішень, проблемні ситуації, ознаки проблемної ситуації;<br/> 6.2. Опис ситуації прийняття рішень в умовах невизначеності першого роду (перша інформаційна ситуація): імовірнісні завдання або завдання в умовах ризику;<br/> 6.3. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності другого роду.<br/> Література: основна – [1], додаткова – [9].</p>    |
| 7     | <p align="center"><b>Критерій максимізації ефективності (ймовірності).</b></p>   |

|    |  |
|----|--|
|    | <p>7.1. Критерії максимізації математичного очікування корисності: критерій Байеса, Неймана, Моргенштерна;</p> <p>7.2. Критерії максимізації імовірності розподілу оцінки з мінімальною дисперсією;</p> <p>7.3. Критерій мінімуму з математичного очікування оцінного функціонала.</p> <p>Література: основна – [1,4], додаткова – [9].</p>  |
| 8  | <p><b>Ситуації прийняття рішень в умовах невизначеності другого роду.</b></p> <p>8.1. Максимінний та мінімаксий критерії Гурвіца, Севіджа;</p> <p>8.2. Критерії й задачі прийняття рішень на нечітких множинах; аналоги критеріїв першої інформаційної ситуації;</p> <p>Література: основна – [4], додаткова – [8,9].</p>  |
| 9  | <p><b>Антагоністичні ігри.</b></p> <p>9.1. Премет теорії ігор. Основні поняття, термінологія, визначення; конфліктна ситуація, модель гри; гра з нульовою сумою, партія, матриця, стратегії чисті й змішані; нижня й верхня чиста гри із сідловою точкою, співвідношення домінування;</p> <p>9.2. Геометричне рішення матричної гри.;</p> <p>9.3. Максимінний принцип оптимальності.</p> <p>Література: основна – [1,6], додаткова – [12].</p> |
| 10 | <p><b>Класифікація ігор, методи розв'язку.</b></p> <p>10.1. Приклади ігор та їхні моделі;</p> <p>10.2. Зведення гри двох гравців до задачі лінійного програмування;</p> <p>10.3. Ігри в позиційній формі та їх зведення до матричної форми.</p> <p>Література: основна – [1,6], додаткова – [12].</p>  |
| 11 | <p><b>Безкоаліційні ігри.</b></p> <p>11.1. Некооперативна гра;</p> <p>11.2. Поняття платіжної множини;</p> <p>11.3. Поняття спільної змішаної стратегії.</p> <p>11.4. Ситуації рівноваги: домінування стратегії, стійкість.</p> <p>Література: основна – [1,6], додаткова – [9,12].</p>  |
| 12 | <p><b>Безкоаліційні ігри.</b></p> <p>12.1. Рішення гри з нестрогим суперництвом: принципи обережності й урівноваженості;</p> <p>12.2. Оптимальність в умовах відсутності інформації: арбітражне рішення Неша, групові рішення;</p> <p>Література: основна – [6], додаткова – [12].</p>   |
| 13 | <p><b>Кооперативні ігри.</b></p> <p>13.1. Кооперитивна гра. Спільні чисті й змішані стратегії;</p> <p>13.2. Платіжна множина і Парето-оптимальні розв'язки („переговорні множини”);</p> <p>13.3. Оптимальність у кооперативних іграх: вартість Шеплі, п-ядро.</p> <p>Література: основна – [6], додаткова – [9,12].</p>  |
| 14 | <p><b>Задачі оптимального керування.</b></p> <p>14.1. Задачі оптимального керування для систем звичайних диференціальних рівнянь;</p> <p>14.2. Геометрична задача про вектор мінімальної довжини;</p> <p>14.3. Задача оптимального керування з мінімальною енергією.</p> <p>Література: основна – [2,3,5], додаткова – [7,11].</p>   |
| 15 | <p><b>Варіаційне числення та теорія оптимального керування.</b></p> <p>15.1. Теорія оптимального керування;</p> <p>15.2. Основні принципи керування (приклад).</p> <p>Література: основна – [2,5], додаткова – [11].</p>   |
| 16 | <p><b>Принцип максимуму Понтрягіна.</b></p> <p>16.1. Принцип максимуму Понтрягіна для задачі з фіксованим часом та фіксованими крайовими умовами;</p>  |

|    |  |
|----|--|
|    | <p>16.2. Принцип максимуму Понтрягіна для задачі з нефіксованим часом та нефіксованими крайовими умовами;</p> <p>16.3. Доведення принципу максимуму для термінальної задачі оптимального керування.</p> <p>Література: основна – [2,3,5], додаткова – [11].</p>  |
| 17 | <p style="text-align: center;"><b>Принцип Беллмана.</b></p> <p>17.1. Задачі оптимального синтезу – рівняння Беллмана;</p> <p>17.2. Лінійно-квадратична задача оптимального синтезу;</p> <p>17.3. Задача оптимальної стабілізації без обмежень на керування.</p> <p>Література: основна – [2,5], додаткова – [11].</p>  |
| 18 | <p style="text-align: center;"><b>Диференціальні ігри.</b></p> <p>18.1. Диференціальні ігри. Основні поняття;</p> <p>18.2. Диференціальні ігри з гарантованим результатом;</p> <p>18.3. Достатні умови розв'язання диференціальної гри з гарантованим результатом;</p> <p>18.4. Рівновага за Нешем диференціальної гри: переваги та недоліки.</p> <p>18.5. Достатні умови розв'язання диференціальної гри з рівновагою за Нешем.</p> <p>Література: основна – [1-6], додаткова – [12].</p> |

#### Перелік практичних занять

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань<br>(перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)   |
|-------|--|
| 1     | <p style="text-align: center;"><b>Однокритеріальна оптимізація в <math>R^n</math>.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття № 1</b></p> <p>1.1. Основні поняття оптимізації функцій в <math>R^n</math>;</p> <p>1.2. Мінімізуючі послідовності;</p> <p>1.3. Теорема Вейерштраса про існування екстремумів функції.</p> <p>1.4. Необхідні умови оптимальності в термінах напрямків.</p> <p>Література: основна – [3,5], додаткова – [7,8].</p>  |
| 2     | <p style="text-align: center;"><b>Задачі векторної оптимізації в <math>R^n</math>.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття № 1</b></p> <p>2.1. Задачі векторної оптимізації в <math>R^n</math>;</p> <p>2.2. Відношення переваги в <math>R^n</math>;</p> <p>Література: основна – [3,5], додаткова – [7].</p>   |
| 3     | <p style="text-align: center;"><b>Умови оптимальності.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття № 2</b></p> <p>3.1. Достатні умови регулярності;</p> <p>3.2. Оптимальність за Парето;</p> <p>3.3. Оптимальність за Слейтером.</p> <p>Література: основна – [3,5], додаткова – [7,8].</p>  |
| 4     | <p style="text-align: center;"><b>Теорія ігор та прийняття рішень у конфліктних ситуаціях.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття № 2,3</b></p> <p>4.1. Ситуація прийняття рішень, проблемні ситуації, ознаки проблемної ситуації;</p> <p>4.2. Опис ситуації прийняття рішень в умовах невизначеності першого роду (перша інформаційна ситуація): імовірнісні завдання або завдання в умовах ризику;</p> <p>4.3. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності другого роду.</p> <p>Література: основна – [1], додаткова – [9].</p> |
| 5     | <p style="text-align: center;"><b>Антагоністичні ігри.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Практичне заняття № 3,4</b></p>   |

|    |  |
|----|--|
|    | <p>5.1. Премет теорії ігор. Основні поняття, термінологія, визначення; конфліктна ситуація, модель гри; гра з нульовою сумою, партія, матриця, стратегії чисті й змішані; нижня й верхня чиста гри із сідловою точкою, співвідношення домінування;</p> <p>5.2. Геометричне рішення матричної гри.;</p> <p>5.3. Максимінний принцип оптимальності.</p> <p>Література: основна – [1,6], додаткова – [12].</p>  |
| 6  | <p align="center"><b>Класифікація ігор, методи розв'язку.</b><br/><b>Практичне заняття № 4,5</b></p> <p>6.1. Приклади ігор та їхні моделі;</p> <p>6.2. Зведення гри двох гравців до задачі лінійного програмування;</p> <p>6.3. Ігри в позиційній формі та їх зведення до матричної форми.</p> <p>Література: основна – [1,6], додаткова – [12].</p>   |
| 7  | <p align="center"><b>Безкоаліційні ігри.</b><br/><b>Практичне заняття № 5,6</b></p> <p>7.1. Рішення гри з нестрогим суперництвом: принципи обережності й урівноваженості;</p> <p>7.2. Оптимальність в умовах відсутності інформації: арбітражне рішення Неша, групові рішення;</p> <p>Література: основна – [6], додаткова – [12].</p>   |
| 8  | <p align="center"><b>Принцип максимуму Понтрягіна.</b><br/><b>Практичне заняття № 6,7</b></p> <p>8.1. Принцип максимуму Понтрягіна для задачі з фіксованим часом та фіксованими крайовими умовами;</p> <p>8.2. Принцип максимуму Понтрягіна для задачі з нефіксованим часом та нефіксованими крайовими умовами;</p> <p>8.3. Доведення принципу максимуму для термінальної задачі оптимального керування.</p> <p>Література: основна – [2,3,5], додаткова – [11].</p> |
| 9  | <p align="center"><b>Принцип Беллмана.</b><br/><b>Практичне заняття № 7, 8</b></p> <p>9.1. Розв'язання задач за допомогою принципу оптимальності Беллмана;</p> <p>9.2. Лінійно-квадратична задача оптимального синтезу..</p> <p>Література: основна – [2,5], додаткова – [11].</p>   |
| 10 | <p align="center"><b>Диференціальні ігри.</b><br/><b>Практичне заняття № 8, 9</b></p> <p>10.1. Розв'язання диференціальних ігор з гарантованим результатом;</p> <p>10.2. Рівновага за Нешем диференціальної гри.</p> <p>Література: основна – [1-6], додаткова – [12].</p>   |

### Перелік комп'ютерних практикумів

| № з/п | Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму) | Кількість ауд. годин |
|-------|--|----------------------|
| 1     | Однокритеріальна оптимізація в $R^n$ .               | 3                    |
| 2     | Векторна оптимізація в $R^n$ .                       | 4                    |
| 3     | Розв'язання антагоністичних ігор                     | 3                    |
| 4     | Розв'язання некоаліційних та кооперативних ігор      | 4                    |
| 5     | Задача оптимального керування.                       | 4                    |

## 6. Самостійна робота студента

- Підготовка до комп'ютерних практикумів та практичних занять (повторення лекції) - 2 год на тиждень;
- Підготовка до екзамену – 30 годин.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Метою циклу робіт комп'ютерних практикумів є закріплення на практиці знань, отриманих на лекціях, формування у студентів певних навичок алгоритмізації та розв'язку економіко-математичних задач, задач оптимального керування, задач в умовах невизначеності, вмінню обґрунтувати ефективність використання даного методу в тій чи іншій задачі та закріпити навички програмування.

Тематика робіт комп'ютерного практикуму спрямована на поглиблення засвоєного матеріалу лекцій. На заняттях комп'ютерного практикуму розв'язуються задачі та вправи по темам лекції.

Додаткові бали можуть бути надані у зв'язку з активною роботою на заняттях.

Штрафні бали можуть бути зняті за несвоєчасну здачу розрахункової роботи.

Політика перескладань:

- екзамен перескладається протягом додаткової сесії за умови отримання незадовільної оцінки.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

1. 8 виконаних практичних робіт по темах.
2. Виконання МКР.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

#### 1. Практичні роботи

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 6 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 5 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 4 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0-3 балів.

Вісім практичних робіт надають максимум 48 балів рейтингу.

#### 2. Модульна контрольна робота

МКР складається з письмової контрольної роботи на 12 балів.

Контрольна робота містить 3 завдання, які оцінюються за наступною шкалою:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 4 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 3 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 2 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0-1 балів.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60.



За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 24 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 12 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 13 тижнів «ідеальний студент» має набрати 36 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 18 балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є 38 бал семестрового рейтингу.

Студенти, які мають менше 38 балів не допускаються до здачі екзамену. На екзамен виноситься 40 балів. Екзамен проводиться у вигляді письмової роботи, в якій два теоретичних питання та одне практичне. Кожне теоретичне завдання екзамену оцінюється у 15 максимальних бали, а практичне – 10 балів.

#### *Теоретичне завдання*

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв’язування завдання) – 14-15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями) – 10-13 бали;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 8-9 бали;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0-7 балів.

#### *Практичне завдання*

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв’язування завдання) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями) – 7-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 6 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0-5 бали

До рейтингу можливе додавання 5 заохочувальних балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| <i>Кількість балів</i>    | <i>Оцінка</i> |
|---------------------------|---------------|
| 100-95                    | Відмінно      |
| 94-85                     | Дуже добре    |
| 84-75                     | Добре         |
| 74-65                     | Задовільно    |
| 64-60                     | Достатньо     |
| Менше 60                  | Незадовільно  |
| Не виконані умови допуску | Не допущено   |

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **Питання на екзамен**

1. Основні поняття оптимізації функцій в  $R^n$ .
2. Мінімізуючі послідовності.

3. Теорема Вейерштраса про існування екстремумів функцій.
4. Необхідні умови оптимальності в термінах напрямків.
5. Диференціальні умови оптимальності в задачі мінімізації на опуклій мно- жині.
6. Диференціальні умови оптимальності в задачі математичного програму- вання (принцип Лагранжа) - формулювання результатів.
7. Диференціальні умови оптимальності в задачі математичного програму- вання (принцип Лагранжа) - доведення результатів.
8. Задачі векторної оптимізації в  $R^n$ .
9. Відношення переваги в  $R^n$ .
10. Оптимальність за Парето та Слейтером.
11. Згортки векторних критеріїв та теореми про ефективні точки.
12. Задачі оптимального керування для систем звичайних диференціальних рівнянь.
13. Варіаційне числення та теорія оптимального керування.
14. Основні принципи керування (приклад).
15. Принцип максимуму Понтрягіна для задачі з фіксованим часом та фік- сованими крайовими умовами.
16. Принцип максимуму Понтрягіна для задачі з нефіксованим часом та нефіксованими крайовими умовами.
17. Доведення принципу максимуму для термінальної задачі оптимального керування.
18. Задачі оптимального синтезу - рівняння Беллмана.
19. Лінійно - квадратична задача оптимального синтезу.
20. Задача оптимальної стабілізації без обмежень на керування.
21. Диференціальні ігри. Основні поняття.
22. Колективна раціональність в диференціальних іграх.
23. Диференціальні ігри з гарантованим результатом.
24. Достатні умови розв'язання диференціальної гри з гарантованим резуль- татом.
25. Рівновага за Нешем диференціальної гри: переваги та недоліки.
27. Достатні умови розв'язання диференціальної гри з рівновагою за Нешем.
28. Достатні умови розв'язання диференціальної гри з рівновагою за Нешем.
29. Рівновага за Берже диференціальної гри: переваги та недоліки.
30. Достатні умови розв'язання диференціальної гри з рівновагою за Берже.
31. "Статичні" ігри в умовах невизначеності.
32. Диференціальні ігри в умовах невизначеності.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

#### **Складено**

проф., к.ф.-м.н., проф. Капустян Володимир Омелянович

доц., док. філос. в екон., Мажара Гліб Анатолійович

**Ухвалено** кафедрою економічної кібернетики (протокол № 18 від 28.06.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету менеджменту та маркетингу (протокол № 11 від 30.06.2023 р.)