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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
_____ В. В. Павліков
(підпис) (ініціали та прізвище)
«_31_» ___08___ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мультиагентне моделювання
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 11 «Математика та статистика»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 113 «Прикладна математика»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Прикладна математика»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

Харків 2023 рік

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Мультиагентне моделювання
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 113 Прикладна математика
освітньо-наукової програми «Прикладна математика»
«28» червня 2023 р., — 11 с.

Розробник:
Доцент кафедри математичного моделювання
та штучного інтелекту, к.т.н., доцент Д.І. Чумаченко

Гарант ОНП
завідувач кафедри вищої математики та
системного аналізу, д.ф.-м.н., професор О.Г. Ніколаєв

Протокол №10 від «30» червня 2023 р. засідання кафедри № 405

завідувач кафедри вищої математики та
системного аналізу, д.ф.-м.н., професор О.Г. Ніколаєв
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу аспірантури і докторантури В.Б. Селевко

В.о. голови наукового товариствастудентів,
аспірантів, докторантів і молодих вчених С.С. Жила

Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 7</td><td rowspan="11">Галузь знань
13 «Математика та статистика»
(шифр та найменування)

Спеціальність
113 «Прикладна математика»
(код та найменування)

Освітня програма
«Прикладна математика»
(найменування)

Рівень вищої освіти:
третій (освітньо-науковий)</td><td colspan="2">Вибіркова дисципліна (перелік 1)</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів – 1</td><td colspan="2">Навчальний рік</td></tr>
<tr><td>Кількість змістових модулів – 2</td><td colspan="2">2023/ 2024</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне завдання -</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 210
денна – 80/210</td><td colspan="2">2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Кількість тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 5
самостійної роботи студента – 8,125</td><td colspan="2">32 годин</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські[1)]</td></tr>
<tr><td colspan="2">48 годин</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td colspan="2">130 годин</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю</td></tr>
<tr><td colspan="2">іспит</td></tr>
</table>

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 80/130.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

.

Мета – навчання здобувачів принципам побудови мультиагентних моделей та підходами до проектування програмного забезпечення інтелектуальних мультиагентних систем.

Завдання – оволодіти знаннями та вміннями, які створять теоретичний і практичний фундамент, необхідний для побудови мультиагентних моделей.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній науці та дотичних до неї (нього, них) міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

СК. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в комп'ютерній науці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

Очікувані результати навчання:

РН. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, …) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямах.

РН. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

РН. Знати принципи архітектури та проектування програмних агентів.

РН. Знати основні типи мультиагентних систем та середовищ.

РН. Вміти розробляти складні мультиагентні системи за допомогою сучасних інструментальних засобів та платформ.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Тема 1. Імітаційне моделювання

Предмет і завдання курсу. Основоположні визначення курсу і вимоги до моделей. Динаміка процесів шляхом імітаційного моделювання з різними вхідними сигналами: ступінчастими, синусоїдальними, випадковими. Види імітаційного моделювання.

Тема 2. Адаптивність

Поняття адаптивності, навчання на системному та індивідуальному рівнях. Поняття середовища моделювання, характеристичний час системи.

Тема 3. Конкурентні стратегії

Поняття конкурентних стратегій. Системна динаміка. Модель Мартінеза Колла «сокіл - голуб».

Тема 4. Агентне моделювання

Агентний підхід до моделювання процесів та систем. Поняття агента та агентної моделі. Поняття генеративного та висхідного моделювання та їх відмінності від інших парадигм моделювання.

Модульний контроль

Змістовий модуль 2

Тема 5. Інтелектуальні агенти

Поняття інтелектуального агента. Дослідження поведінки інтелектуального агента. Стани та структура агентів. Взаємодія інтелектуальних агентів.

Тема 6. Раціональні агенти

Спостережуваність та властивість Маркова. Агент, як раціональний об’єкт, що приймає рішення. Характеристики раціонального агента та світу. Оптимальна поведінка в нестійкому середовищі. Рефлекційні агенти.

Тема 7. Стратегічні ігри

Предмет теорії ігор. Стратегічні ігри. Мультиагентне прийняття рішень. Модель стратегічної гри. Ітераційне виключення домінуючих стратегій. Рівновага Неша.

Тема 8. Координаційні ігри

Мультиагентна координація. Соціальні угоди. Ролі. Координаційні графи. Координація шляхом виключення змінної.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1.					
Тема 1. Імітаційне моделювання	28	4	6	–	18
Тема 2. Адаптивність	26	4	6	–	16
Тема 3. Конкурентні стратегії	26	4	6	–	16
Тема 4. Агентне моделювання	26	4	6	–	16
Разом за змістовим модулем 1	106	16	24	0	66
Модуль 2					
Змістовий модуль 2.					
Тема 5. Інтелектуальні агенти	26	4	6	–	16
Тема 6. Раціональні агенти	26	4	6	–	16
Тема 7. Стратегічні ігри	26	4	6	–	16
Тема 8. Координаційні ігри	26	4	6	-	16
Разом за змістовим модулем 2	104	16	24		16
Усього годин	210	32	48	0	64

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Програмне середовище NetLogo.	6
2	Модель життя	6
3	Модель Мартінеза-Колла	6
4	Модель «Світ» (модель Форрестера)	6
5	Модель порохотяга	6
6	Властивості Маркова	6
7	Стратегічні ігри	6
8	Координаційні ігри	6
	Разом	48

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Імітаційне моделювання	18
2	Адаптивність	16
3	Конкурентні стратегії	16
4	Агентне моделювання	16
5	Інтелектуальні агенти	16
6	Раціональні агенти	16
7	Стратегічні ігри	16
8	Координаційні ігри	16
	Разом	130

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

10. Методи навчання

1. Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) метод: та метод проблемного виконання (лекція).
2. Репродуктивний (практичні роботи).
3. Частково-пошуковий (евристичний) та дослідницький: (самостійна робота).

11. Методи контролю

Визначення рівня засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточних і підсумкових контролів. У завдання поточного контролю входить систематична перевірка розуміння й засвоєння студентом програмного матеріалу, виконання практичних робіт, уміння самостійно проробляти тексти складання конспектів, здатності усно або письмово представляти певний матеріал.

Перед модульним контролем ставиться завдання перевірки глибини засвоєння студентом програмного матеріалу дисципліни, логіки й взаємозв'язки між її окремими розділами, здатності творчо використати придбані знання, уміння сформувати своє відношення до проблеми, що випливає зі змісту дисципліни.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання для одержання позитивної оцінки)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	3...8	4	12...32
Модульний контроль	0…18	1	0…18
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	3...8	4	12...32
Модульний контроль	0…18	1	0…18
Усього за семестр			**0…100**

Семестровий контроль іспит проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з

	Теоретичні питання														
Номер питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кількість балів	1	4	4	5	2	9	1	2	12	5	5	5	5	5	5
Всього	**70**														

	Практичні питання	
Номер питання	1	2
Кількість балів	15	15
Всього	**30**	

11.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки (у тому числі використовуючи готові програмні рішення та спеціалізовані програмні бібліотеки):

- базові компоненти архітектури мультиагентних систем;
- основні принципи мультиагентного моделювання.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки (у тому числі використовуючи готові програмні рішення та спеціалізовані програмні бібліотеки):

- вміти будувати мультиагентні моделі;
- використовувати особливості мультиагентного підходу для вирішення практичних завдань.

11.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти використовуючи готові програмні рішення у вирішенні практичних завдань.

Добре (75 - 89). Твердо знать мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основній та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти самостійно створювати програмні рішення для реалізації завдань в лабораторних роботах і розрахунковій роботі.

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

Навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:

– 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 практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;

– тематики індивідуальних завдань;

– приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;

– питання, тести для контрольних заходів;

каталоги інформаційних ресурсів.

14. Рекомендована література

Базова

1. S. Russel, P. Norwig, Artificial Intelligence, Modern Approach, 4th edition, Pearson, 2020, 1152 p.
2. Y. Shoam, K. Leyton-Brown, Multiagent Systems (Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations), Cambridge University Press, 2008, 504 p.
3. N. Nisan, T. Roughgarden, E. Tardos, V. Vazirani, Algorithmic Game Theory, Cambridge University Press, 2007, 778 p.
4. Д.І. Чумаченко, Т.О. Чумаченко, Математичні моделі та методи прогнозування епідемічних процесів: монографія. – Харків: ТОВ «Планета-прінт», 2020, 180 с.

Допоміжна

1. S. Sinek, The Infinite Game, Portfolio Penguin, 2020, 272 p.
2. A.K. Dixit, S. Skeath, D.H. Reiley Jr., Games of Strategy, Norton and Company, 2015, 736 p.
3. A.K. Dixit, B.J. Nalebuff, The Art of Strategy: A Game Theorist's Guide to Success in Business and Life, Norton & Company, 2010, 512 p.
4. N. Bostrom, Superintelligence: Path, Dangers, Strategies, Oxford University Press, 2016, 390 p.
5. T. Taulli, Artificial Intelligence Basics: A Non-Technical Introduction, Apress, 2019, 199 p.
6. S.F. Railsback, Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction. 2nd edition, Princeton University Press, 2019, 360 p.
7. U. Wilensky, W. Rand, An Introduction to Agent-Based Modeling: Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with NetLogo, The MIT Press, 2015, 504 p.
8. D. Delli Gatti, G. Fagiolo, M. Gallegati, M. Richiardi, A. Russo, Agent-based Models: A Toolkit, Cambridge University Press, 2018, 258 p.
9. В.Л. Плескач, Ю.В. Рогушина, Агентні технології: монографія, Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, 2005, 344 с.
10. А.Л. Яловець, Мультиагентне моделювання пересування на площині: від теорії до програмної реалізації: монографія, - Київ: Наукова думка, 2019, 166 с.
11. Субботін С. О., Олійник А. О., Олійник О. О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: Монографія / Під заг. ред. С. О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.
12. Глибовець А.М., Глибовець М.М., Гороховський С.С., Сидоренко М.О. Програмні агенти. — К.: НаУКМА, 2013, – 204 с.

15. Інформаційні ресурси

1. https://ccl.northwestern.edu/netlogo/