

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Кашпур О.Ф.

«__» _____ 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МУЛЬТИАГЕНТНІ СИСТЕМИ
для студентів**

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
освітній рівень	магістр
освітня програма	Програмне забезпечення систем
спеціалізація	Інтелектуальні програмні системи
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: **д. ф.-м. н., професор Єршов С.В.** (лекції, семінарські заняття).

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

Розробник: Єршов Сергій Володимирович, д. ф.-м. н., с. н. с., професор кафедри інтелектуальних програмних систем.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри інтелектуальних програмних систем

_____ О.І. Провотар

Протокол № __ від «__» _____ 2019 р.

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

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова науково-методичної комісії _____ Л.Л. Омельчук

«__» _____ 2019 року

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова вченої ради факультету _____ А.В. Анісімов

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з актуальними практичними підходами до проектування програмного забезпечення інтелектуальних мультиагентних систем.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни: відсутні.

3. Анотація навчальної дисципліни. Навчальна дисципліна «Мультиагентні системи» є складовою освітньо-наукової програми підготовки фахівців за другим (магістерським) рівнем вищої освіти у галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення в рамках освітньо-наукової програми «Програмне забезпечення систем».

Дана дисципліна належить до переліку дисциплін вільного вибору студента, спеціалізація «Інтелектуальні програмні системи». Викладається у 3 семестрі в обсязі – **120 год. (4 кредити ECTS)**, зокрема: лекції – 20 год., семінарські заняття – 18 год., самостійна робота – 80 год., консультації – 2 год. У курсі передбачено 2 змістовні частини та 2 контрольні роботи. Завершується дисципліна – **заліком**.

Структура курсу. В рамках вивчення дисципліни розглядаються: основні поняття, класи та архітектури інтелектуальних агентів і мультиагентних систем; методи взаємодії та комунікації агентів, засоби та середовища міжагентної координації; інструментальні засоби для проектування мультиагентних систем; методи аналізу, моделювання та проектування мультиагентних систем; моделе-орієнтований процес розробки інтелектуальних агентів.

4. Завдання (навчальні цілі). Основними завданнями дисципліни «Мультиагентні системи» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в області мультиагентних систем відповідно до освітньої кваліфікації магістр з інженерії програмного забезпечення за спеціалізацію «Інтелектуальні програмні системи». Зокрема, розвивати:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01).
- Здатність проведення теоретичних та прикладних досліджень на відповідному рівні (ЗК03).
- Здатність аналізувати предметні області, формувати, аналізувати та моделювати вимоги до програмного забезпечення (СК01).
- Здатність проектувати програмне забезпечення, включаючи проведення моделювання його архітектури, поведінки та процесів функціонування окремих підсистем і модулів (СК03).
- Вміння планувати і проводити наукові дослідження, готувати результати наукових робіт з інженерії програмного забезпечення до оприлюднення (СК09).
- Здатність проводити структурний, лексичний, семантичний та концептуальний аналіз предметних областей (СК11.2).
- Здатність розробляти та аналізувати математичні моделі інтелектуальних процесів пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації (СК12.2).
- Здатність розробляти, аналізувати та реалізовувати алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації (СК13.2).
- Здатність використовувати сучасні програмні системи та інформаційні технології для проектування та розробки інтелектуальних програмних систем (СК14.2).
- Здатність проектувати та розробляти спеціалізовані, автономні, розподілені інтелектуальні програмні системи автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації (СК15.2).

5. Результати навчання за дисципліною.

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН1.1	Знати принципи архітектури та проектування програмних агентів.	Лекції, семінарські заняття.	Контрольна робота, перевірка реферування літератури з тематики курсу.	20%
РН1.2	Знати принципи взаємодії, комунікації та координації програмних агентів.	Лекції, семінарські заняття.	Контрольна робота, перевірка реферування літератури з тематики курсу.	15%
РН1.3	Знати основні типи мультиагентних систем та середовищ.	Лекції, семінарські заняття.	Контрольна робота, перевірка реферування літератури з тематики курсу.	15%
РН2.1	Вміти використовувати методи і прийоми проектування для поширених типів мультиагентних систем.	Семінарські заняття, самостійна робота.	Здача програмного проекту (оцінка відповідності завданню та пробна експлуатація мультиагентної системи).	15%
РН2.2	Вміти самостійно розробляти складні мультиагентні системи як вручну, так і за допомогою сучасних інструментальних засобів та платформ.	Семінарські заняття, самостійна робота.	Здача програмного проекту (оцінка відповідності завданню та пробна експлуатація мультиагентної системи).	5%
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань тестування та розробки тестів, складати письмові звіти.	Семінарські заняття.	Здача програмного проекту (презентація теми проекту, технічне завдання, інтерфейс програмних агентів).	5%
РН4.1	Організувати свою самостійну роботу для досягнення результату.	Самостійна робота.	Здача програмного проекту (прототип мультиагентної системи).	10%
РН4.2	Відповідально ставитися до виконуваних самостійно робіт, нести відповідальність за їх якість.	Семінарські заняття, самостійна робота.	Здача програмного проекту (презентація теми проекту, технічне завдання, інтерфейс програмних агентів, прототип	15%

			мультиагентної системи).	
--	--	--	--------------------------	--

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання.

Результати навчання дисципліни	РН1.1	РН1.2	РН1.3	РН2.1	РН2.2	РН3.1	РН4.1	РН4.2
	Програмні результати навчання							
ПРН01. Знати і системно застосовувати методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб і збору вихідних даних для проектування програмного забезпечення.	+					+	+	+
ПРН03. Знати і застосовувати базові концепції і методології моделювання інформаційних процесів.	+	+						
ПРН06. Аналізувати, оцінювати і обирати методи, сучасні програмно-апаратні інструментальні та обчислювальні засоби, технології, алгоритмічні та програмні рішення для ефективного виконання конкретних виробничих задач з програмної інженерії.			+	+		+	+	
ПРН07. Обґрунтовано обирати парадигми і мови програмування для вирішення прикладних завдань; застосовувати на практиці системні та спеціалізовані засоби, компонентні технології (платформи) та інтегровані середовища розробки програмного забезпечення.		+	+		+	+		
ПРН08. Проводити аналітичне дослідження параметрів функціонування програмних систем для їх валідації та верифікації, а також проводити аналіз обраних методів, засобів автоматизованого проектування та реалізації програмного забезпечення.				+	+		+	
ПРН12. Формулювати, експериментально підтверджувати, обґрунтовувати і застосовувати на практиці в процесі розробки програмного забезпечення конкурентоспроможні ідеї, методи, технології вирішення професійних, науково-технічних завдань в умовах невизначеності.	+	+		+			+	+
ПРН13. Оформляти результати досліджень у вигляді статей у наукових виданнях та тез доповідей на науково-технічних конференціях.					+	+	+	
ПРН14. Пояснити, аналізувати, цілеспрямовано шукати і обирати необхідні для вирішення фахових наукових і				+	+		+	+

прикладних задач інформаційно-довідкові та науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.								
ПРН15.2. Знати основні методи структурного, лексичного, семантичного та концептуального аналізу предметних областей.	+		+					
ПРН17.2. Знати основні математичні моделі інтелектуальних процесів пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.	+	+						
ПРН18.2. Знати основні алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.	+	+	+					
ПРН19.2. Вміти проводити структурний, лексичний, семантичний та концептуальний аналіз предметних областей.				+	+		+	
ПРН20.2. Вміти розробляти, аналізувати та реалізовувати алгоритми для вирішення задач автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.				+	+	+		+
ПРН22.2. Вміти проектувати та розробляти спеціалізовані інтелектуальні програмні системи автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.				+	+			
ПРН23.2. Вміти проектувати та розробляти автономні розподілені інтелектуальні програмні системи автоматизованого пошуку, аналізу, обробки та збереження інформації.				+	+	+		+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів.

Семестрове оцінювання:

1. Презентація теми проекту: РН3.1., РН4.2 – **5 балів/3 бали.**
2. Розробка технічного завдання: РН3.1, РН4.2 – **5 балів/3 бали.**
3. Розробка інтерфейсу програмних агентів: РН3.1, РН4.2 – **5 балів/3 бали.**
4. Реферування літератури з тематики курсу: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – **10 балів/6 балів.**
5. Реалізація прототипу мультиагентної системи: РН4.1, РН4.2 – **25 балів/15 балів.**
6. Оцінка відповідності завданню та пробна експлуатація мультиагентної системи: РН2.1, РН2.2 – **10 балів/6 балів.**
7. Контрольна робота: РН1.1, РН1.2, РН1.3 – **40 балів/24 бали.**

Підсумкове оцінювання (у формі заліку):

- Залікові бали визначаються як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання передбачених даною програмою.
- Оцінки нижче від мінімального порогового рівня не додаються.
- Мінімальний пороговий рівень для сумарної оцінки за всіма компонентами становить 60% від максимально можливої кількості балів.

Запитання для підготовки до контрольної роботи.

1. Охарактеризуйте основні класи середовищ агентів.
2. Які основні властивості інтелектуальних агентів?
3. Наведіть приклади формалізованого визначення мультиагентної системи.
4. Наведіть приклади класифікації мультиагентних систем.
5. Які агенти та архітектури називають реактивними?
6. Охарактеризуйте модель BDI (belief–desire–intention).
7. В чому суть алгоритму виведення в архітектурі BDI?
8. Яким чином визначаються дедуктивні системи виведення агентів?
9. Наведіть приклад застосування дедуктивної системи виведення агентів.
10. Особливості гібридних агентних систем
11. Дайте характеристику основним способам структурування шарів гібридного агента.
12. Які існують інструментальні засоби розробки мультиагентних систем.
13. В чому специфіка платформи мультиагентного програмування JADE?
14. Основні характеристики життєвого циклу агента у відповідності до специфікації FIPA.
15. Які існують сервіси обміну повідомленнями платформи JADE?
16. Які існують системні агенти платформи JADE?
17. Специфікація поведінки агентів платформи JADE.
18. Інструментальний пакет JASON для розробки мультиагентних систем.
19. Основні поняття інтегрованого середовища розробки агентів NetLogo.
20. Основні характеристики графічного інтерфейсу NetLogo.
21. Дайте визначення поняттю «Простір координат» системи NetLogo.
22. Наведіть властивості і характеристики об'єктів turtles в NetLogo.
23. Основні характеристики команд NetLogo.
24. Команда ask середовища NetLogo.
25. Особливості команди set середовища NetLogo.
26. Загальна схема програми NetLogo.
27. Дайте визначення поняттю «Процедура» в NetLogo.
28. Яким чином здійснюється створення популяції агентів в NetLogo?
29. Наведіть приклади команди-репортерів в NetLogo.
30. Які характеристики притаманні різним породам агентів в NetLogo?
31. Яким чином відбувається визначення додаткових властивостей породи агентів в NetLogo?
32. Яким чином відбувається звернення до агентів певної породи в NetLogo?
33. Основні характеристики патчей (patches) та їх адресація в NetLogo.
34. Дайте визначення поняттю «Комунікація між агентами мультиагентної системи».
35. Яким чином відбувається обмін повідомленнями між агентами в мультиагентній системі?
36. Порівняйте мови KQML та KIF для комунікації між агентами.
37. Основні характеристики мови опису вмісту повідомлень, якими обмінюються агенти.
38. Яким чином визначається синтаксис мови KQML?
39. Яким чином визначається семантика мови KQML.
40. Які основні відмінності мови FIPA ACL та мови KQML.
41. Яким чином визначається структура повідомлення FIPA ACL.
42. Основні характеристики повідомлення «Inform» та «Request» ACL.
43. Дайте визначення поняттю «Протоколи взаємодії агентів».
44. Протокол взаємодії агентів «Request».
45. Протокол контрактної мережі (contract net) для взаємодії агентів.

46. Які основні види взаємодії агентів в мультиагентній системі?
47. Наведіть приклади об'єднань агентів, що пов'язані взаємними зобов'язаннями.
48. Які ролі агентів в колективній поведінці системи?
49. Причини, що обумовлюють необхідність координації групової поведінки агентів.
50. Яким чином здійснюється координація агентів за допомогою загальних правил групової поведінки?
51. Яким чином здійснюється координація поведінки агентів на основі обміну мета-інформацією.
52. Яким чином здійснюється координація агентів на основі планування.
53. Що таке теорія спільних (об'єднаних) намірів агентів?
54. Координація в умовах конкуренції агентів.
55. Моделі координації поведінки конкуруючих агентів.
56. Як визначається структура різних аспектів представлення мультиагентної системи?
57. Особливості моделі цілей агентно-орієнтованого аналізу.
58. Основні характеристики моделі ролей при агентно-орієнтованого аналізу.
59. Як визначається організаційна модель агентно-орієнтованого аналізу?
60. Як задаються моделі предметної області агентно-орієнтованого аналізу.
61. Які моделі агентів використовуються на етапі агентно-орієнтованого проектування.
62. Які характеристики притаманні моделі «знайомства» (acquaintance) агентно-орієнтованого проектування.
63. Які характеристики притаманні моделі взаємодії агентно-орієнтованого проектування.
64. Які основні моделі представлення знань агентно-орієнтованого проектування?
65. В чому суть сценаріїв агентно-орієнтованого проектування?
66. Яким чином визначаються моделі поведінки агентно-орієнтованого проектування?
67. Особливості методології розробки мультиагентних систем Gaia.
68. Які основні моделі та позначення методології Gaia?
69. В чому суть методології розробки мультиагентних систем Prometheus?
70. Основні характеристики методології розробки мультиагентних систем Tropos.
71. Особливості розробки мультиагентних систем на основі AgentUML.
72. Що таке діаграми протоколів AgentUML?
73. Які особливості методу розробки мультиагентних систем DPMAS?
74. Дайте визначення поняттю «Моделе-орієнтоване проектування мультиагентних систем».
75. Дайте визначення поняттю «Трансформація моделей в моделе-орієнтованому проектуванні мультиагентних систем».

7.2 Організація оцінювання.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Презентація теми проекту: до 3 тижня семестру.
2. Розробка технічного завдання: до 5 тижня семестру.
3. Розробка інтерфейсу програмних агентів: до 7 тижня семестру.
4. Реферування літератури з тематики курсу: на протязі семестру (визначається індивідуально, за згодою сторін, але не пізніше 12 тижня).
5. Реалізація прототипу мультиагентної систем: до 10 тижня семестру.
6. Оцінка відповідності завданню та пробна експлуатація мультиагентної системи: до 12 тижня семестру.
7. Контрольна робота: до 13 тижня семестру.

Студенти мають право на одне перескладання кожної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студентів 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.

У разі неякісного виконання визначених вище робіт, викладач має право не зарахувати роботу, або знизити за неї бали.

Студенти мають право здавати роботи після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою 20% від максимальної оцінки за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну її здачі.

7.3 Шкала відповідності оцінок.

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і семінарських занять.

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семінарські заняття	Самостійна робота
Частина 1. Основні поняття мультиагентних систем				
1	Тема 1. Мета і базові визначення курсу.	2	2	2
2	Тема 2. Класифікація програмних агентів.	2	2	8
3	Тема 3. Основні поняття мультиагентних систем в середовищах NetLogo та JADE.	2	2	8
4	Тема 4. Взаємодії та протоколи комунікації агентів.	2	2	12
5	Тема 5. Моделі координації поведінки агентів.	2	2	10
Всього по частині 1		10	10	40
Частина 2. Методи та засоби проектування мультиагентних систем.				
6	Тема 6. Агентно-орієнтований аналіз: моделі цілей, ролей і предметної області.	2	2	8
7	Тема 7. Агентно-орієнтоване проектування: моделі агентів, взаємодії та знань.	2	2	9
8	Тема 8. Платформи та середовища для проектування мультиагентних систем.	2	2	9
9	Тема 9. Моделе-орієнтований процес	2	2	6

	проекування інтелектуальних агентів та мультиагентних систем.			
10	Тема 10. Машинне навчання в мультиагентних системах.	2		6
Контрольна робота				2
Всього по частині 2		10	8	40
Консультація			2	
ВСЬОГО		20	18	80

Загальний обсяг – **120** год., в тому числі:

Лекції – **20** год.

Семінарські заняття – **18** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота – **80** год.

9. Рекомендовані джерела.

Основні:

1. Рассел С., Норвіг П. Искусственный интеллект. Современный подход (2-е издание) – М.: Издательский дом Вильямс, 2006 – 1408 с.
2. Глибовець А.М., Глибовець М.М., Гороховський С.С., Сидоренко М.О. Програмні агенти. // М. — К.: НаУКМА, 2013, – 204 с.
3. Зобнин Б., Вожегов А. Мультиагентные системы. – LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 156 с.
4. Паронджанов С. Многоагентные системы. Взаимодействие. – LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 201 с.
5. Мезенцев К.Н. Мультиагентное моделирование в среде NetLogo. Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 174 с.
6. 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.
7. Яловець А.Л. Мультиагентне моделювання переслідування на площині: від теорії до програмної реалізації. – Київ: Наукова думка, 2019. – 165 с.

Додаткові:

1. Ершов Н.М. Введение в распределенное моделирование в среде NetLogo. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 264 р.
2. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
3. Henderson-Sellers B., Giorgini, P., editors: Agent-Oriented Methodologies. – Idea Group Publishing, 2005. – P. 236–276.
4. Sterling L. The Art of Agent-Oriented Modeling / L. Sterling, K. Taveter. – Cambridge: MIT Press, 2010. – 367 р.

5. Weiss G. Multiagent systems (2nd ed.). – Cambridge, MA: The MIT Press, 2013. – 413 p.
6. Salamon T. Design of Agent-Based Models: Developing Computer Simulations for a Better Understanding of Social Processes. – Bruckner Publishing, 2011. – 211 p. – ISBN 978-80-904661-1-1.
7. Wilensky U., Rand W. An introduction to agent-based modeling: Modeling natural, social and engineered complex systems with NetLogo. – Cambridge, MA: MIT Press, 2015. – 346 p.