Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Моделі і аналіз мультиагентних систем

Шифр та назва спеціальності
F5 – Кібербезпека та захист інформації

Інститут
ННІ комп`ютерних наук та інформаційних технологій

Спеціалізація

Кафедра
Кібербезпеки (328)

Освітня програма
Кібербезпека

Тип дисципліни
Науково-професійного спрямування, Вибіркова

Рівень освіти
Другий (магістерський)

Форма навчання
Денна

Семестр
3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

ЄВСЕЄВ Сергій Петрович

serhii.yevseiev@khpi.edu.ua
Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри кібербезпеки НТУ «ХПІ».

Лауреат національної премії імені Бориса Патона.
Кількість наукових публікацій: понад 351, з них патентів на корисну модель 44, 11 монографій, з яких 10 колективних монографій, 31 навчальний посібник, з яких 4 з грифом Міністерства освіти і науки України, 149 статтей у закордонних виданнях та фахових виданнях України, з них 61 у наукометричній базі Scopus. Гарант освітньо-професійної програми "Кібербезпека" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Провідний лектор з дисциплін: Математичні основи криптології, Комп`ютерні мережі, Основи криптографічного захисту, Методи криптоаналізу, Основи кібербезпеки, Сучасні проблеми постквантової криптографії, Основи наукових досліджень, Цифрова криміналістика, Етичний хакінг у студентів бакалавріата та магістратури, Методологія наукової та педагогічної діяльності в науках кіберзахисту для аспірантів.

Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

Навчальна програма дисципліни “Моделі і аналіз мультиагентних систем” розглядає теоретичні основи та застосування агентних технологій. Висвітлено сучасні підходи до подання й обробки знань, на яких базуються інтелектуальні програмні агенти. Наведено моделі та технології створення програмних агентів і мультиагентних систем, їх застосування для пошуку інформації та підтримки електронного бізнесу та забезпечення необхідного рівня захищеності ресурсів. Програма орієнтована на науковців і спеціалістів, які займаються дослідженнями та розробками в галузі кібербезпеки, інтелектуальних інформаційних систем, бізнес- застосунків інформаційної економіки..

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Моделі і аналіз мультиагентних систем» є формування у студентів цілісної системи знань про агентні технологій та мультиагентні системи, навчання студентів методам і засобам проектування, створення і роботи з програмними агентами та мультиагентними системами.

Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – диференційований залік.

Компетентності

КФ1. Здатність обґрунтовано застосовувати, інтегрувати, розробляти та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення професійних задач у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
КФ3. Здатність досліджувати, розробляти і супроводжувати методи та засоби інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на об’єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури.
КФ4. Здатність аналізувати, розробляти і супроводжувати систему управління інформаційною безпекою та/або кібербезпекою організації, формувати стратегію і політики інформаційної безпеки з урахуванням вітчизняних і міжнародних стандартів та вимог.
КФ5. Здатність до дослідження, системного аналізу та забезпечення безперервності бізнес/операційних процесів з метою визначення вразливостей інформаційних систем та ресурсів, аналізу ризиків та визначення оцінки їх впливу у відповідності до встановленої стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.
КФ6. Здатність аналізувати, контролювати та забезпечувати систему управління доступом до інформаційних ресурсів згідно встановленої стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.
КФ7. Здатність досліджувати, розробляти та впроваджувати методи і заходи протидії кіберінцидентам, здійснювати процедури управління, контролю та розслідування, а також надавати рекомендації щодо попередження та аналізу кіберінцидентів в цілому.
КФ8. Здатність досліджувати, розробляти, впроваджувати та супроводжувати методи і засоби криптографічного та технічного захисту інформації на об’єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури, в інформаційних системах, а також здатність оцінювати ефективність їх використання, згідно встановленої стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.

Результати навчання

РН2. Інтегрувати фундаментальні та спеціальні знання для розв’язування складних задач інформаційної безпеки та/або кібербезпеки у широких або мультидисциплінарних контекстах.
РН3. Провадити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки, а також в сфері технічного та криптографічного захисту інформації у кіберпросторі.

РН4. Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні методи і моделі в сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
РН5. Критично осмислювати проблеми інформаційної безпеки та/або кібербезпеки, у тому числі на міжгалузевому та міждисциплінарному рівні, зокрема на основі розуміння нових результатів інженерних і фізико-математичних наук, а також розвитку технологій створення та використання спеціалізованого програмного забезпечення.
РН6. Аналізувати та оцінювати захищеність систем, комплексів та засобів кіберзахисту, технології створення та використання спеціалізованого програмного забезпечення.
РН7. Обґрунтовувати використання, впроваджувати та аналізувати кращі світові стандарти, практики з метою розв'язання складних задач професійної діяльності в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
РН8. Досліджувати, розробляти і супроводжувати системи та засоби інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на об'єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури.
РН9. Аналізувати, розробляти і супроводжувати систему управління інформаційною безпекою та/або кібербезпекою організації на базі стратегії і політики інформаційної безпеки.
РН10. Забезпечувати безперервність бізнес/операційних процесів, а також виявляти уразливості інформаційних систем та ресурсів, аналізувати та оцінювати ризики для інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.
РН11. Аналізувати, контролювати та забезпечувати ефективне функціонування системи управління доступом до інформаційних ресурсів відповідно до встановлених стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.
РН12. Досліджувати, розробляти та впроваджувати методи і заходи протидії кіберінцидентам, здійснювати процедури управління, контролю та розслідування, а також надавати рекомендації щодо попередження та аналізу кіберінцидентів в цілому.
РН15. Зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки з проблем інформаційної безпеки та/або кібербезпеки, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують до персоналу, партнерів та інших осіб.
РН16. Приймати обґрунтовані рішення з організаційно-технічних питань інформаційної безпеки та/або кібербезпеки у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.
РН17. Мати навички автономного і самостійного навчання у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки і дотичних галузей знань, аналізувати власні освітні потреби та об'єктивно оцінювати результати навчання.
РН19. Обирати, аналізувати і розробляти придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи кіберзахисту, розробляти, реалізовувати та супроводжувати проекти з захисту інформації у кіберпросторі, інноваційної діяльності та захисту інтелектуальної власності.
РН20. Ставити та вирішувати складні інженерно-прикладні та наукові задачі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки з урахуванням вимог вітчизняних та світових стандартів та кращих практик.
РН21. Використовувати методи натурного, фізичного і комп'ютерного моделювання для дослідження процесів, які стосуються інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.
РН22. Планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження, висувати і перевіряти гіпотези, обирати для цього придатні методи та інструменти, здійснювати статистичну обробку даних, оцінювати достовірність результатів досліджень, аргументувати висновки.
РН23. Обґрунтовувати вибір програмного забезпечення, устаткування та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також обмежень щодо них в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на основі сучасних знань у суміжних галузях, наукової, технічної та довідкової літератури та іншої доступної інформації.
РН24. Планувати та виконувати наукові та прикладні дослідження у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки із застосуванням сучасних технологій, експериментальних і теоретичних методів і моделей теорії прийняття рішень, системного аналізу, оптимізації процесів, математичної статистики.
РН25. Оцінювати ефективність та практичну цінність результатів наукових і практичних досліджень та інновацій.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 16 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вища математика, Основи програмування, Алгоритми та структури даних, Основи математичного моделювання систем безпеки.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

В ході викладання дисципліни викладачем застосовуються пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний) та репродуктивний методи навчання. В якості методів викладання, які направлені на активізацію та стимулювання навчально-пізнавальної діяльності здобувачів, застосовуються презентації, бесіди, індивідуальні групові проєкти, майстер-класи.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Основи теорії колективної поведінки та інтелектуальних агентів. Розглядаються предмет і задачі теорії колективної поведінки, поняття інтелектуального агента та його функціональної структури. Аналізується середовище агентів, принципи функціональної цілісності та колективної дії. Вивчаються базові визначення, типи середовищ і підходи до формалізації агентних систем.	2
Тема 2. Колектив агентів і моделі взаємодії. Визначається поняття колективу агентів, основні характеристики та цільові функції як окремих агентів, так і системи загалом. Розглядаються способи опису колективної поведінки, принципи централізованого та децентралізованого управління, а також поняття самоорганізації та міри порядку в колективах.	2
Тема 3. Однорідність, спеціалізація та адаптивність колективу агентів. Досліджуються принципи побудови однорідних і неоднорідних колективів, адаптивне управління з механізмом наслідування, формування взаємодоповнюючих стратегій. Аналізуються моделі співпраці та суперництва між агентами, а також вплив ітераційної дилеми в'язня на розвиток колективної поведінки.	2
Тема 4. Колективне пізнання, комунікація та прийняття рішень. Розглядаються колективні моделі реальності, процес формування колективного знання та засоби його збереження. Вивчаються принципи комунікації між агентами, мови взаємодії, проблема інформаційної зв'язності, а також методи колективного прийняття рішень і теорема Ерроу про неможливість.	2
Тема 5. Самоорганізація та базові алгоритми колективної поведінки. Аналізуються механізми утворення колективу, самоіменування, самоузгодження, просторового та часової самоорганізації агентів. Розглядаються приклади алгоритмів формування геометричних фігур, узгодженого руху та синхронізації дій агентів у мережах.	2
Тема 6. Навчання з підкріпленням і колективне самонавчання.	2

Вивчаються основи навчання з підкріпленням, моделі поведінки агентів у стаціонарних і динамічних середовищах, методи Q-learning і Temporal Difference Learning. Розглядаються проблеми колективного самонавчання, координації дій, мінімізації комунікацій і покращення колективного навчання.	
Тема 7. Моделі колективної поведінки: ігрові, економічні та еволюційні підходи. Аналізуються моделі колективної поведінки в термінах теорії ігор, кооперативні та конкурентні сценарії, еволюційні моделі, генетичні алгоритми, економічні взаємодії та принципи рівноваги. Вивчається застосування теорії ринкових механізмів, аукціонів і переговорних процесів у мультиагентних системах.	2
Тема 8. Колективна поведінка обчислювальних і вимірювальних агентів. Розглядаються моделі розподілених і мобільних обчислень, мобільних агентів і обчислювальних екологій. Аналізуються принципи побудови вимірювальних агентів, колективного пошуку, локалізації та картографування. Вивчаються алгоритми взаємодії агентів у задачах сенсорних мереж, відстеження та самовпорядкування в динамічному середовищі.	2
Загальна кількість годин	**16**

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Установка ПЗ для розробки та тестування мультиагентних додатків. Ознайомлення з програмним забезпеченням, необхідним для створення і тестування мультиагентних систем (JADE, NetLogo, AnyLogic, Python-Agent). Встановлення середовища розробки, налаштування бібліотек і перевірка працездатності.	4	0,1
Тема 2. Розробка програми моделювання агента. Створення базового програмного агента, визначення його властивостей, поведінкових стратегій і взаємодії з середовищем. Реалізація циклу сприйняття, обробки інформації та прийняття рішень.	4	0,1
Тема 3. Ознайомлення з платформою JADE. Вивчення архітектури платформи JADE (Java Agent DEvelopment Framework). Практичне створення агентів, налагодження комунікацій між ними за допомогою ACL-повідомлень, дослідження базових сценаріїв взаємодії.	4	0,1
Тема 4. Моделювання взаємодії між агентами. Розробка сценарію колективної поведінки декількох агентів. Реалізація механізмів співпраці та суперництва, обмін повідомленнями, синхронізація дій.	4	0,1
Тема 5. Реалізація колективного прийняття рішень. Моделювання процесів колективного вибору та досягнення згоди між агентами. Застосування принципів теорії ігор для оптимізації рішень у групових системах.	4	0,1
Тема 6. Навчання з підкріпленням у мультиагентному середовищі. Ознайомлення з принципами reinforcement learning. Реалізація	4	0,1

моделі навчання одного або кількох агентів, дослідження взаємозв'язку між стратегіями та ефективністю рішень.		
Тема 7. Самоорганізація та утворення колективів агентів. Дослідження механізмів утворення структурованих груп агентів. Реалізація алгоритмів самоіменування, узгодження параметрів і колективного впорядкування у просторі.	4	0,1
Тема 8. Аналіз результатів моделювання мультиагентної системи. Збір та візуалізація даних про роботу системи. Оцінка ефективності взаємодії агентів, виявлення закономірностей у колективній поведінці, підготовка висновків щодо моделі.	4	0,1
Загальна кількість годин	**32**	$\sum_{i=1}^{n} a_i = 0{,}8$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Основи побудови та взаємодії мультиагентних систем. Контрольна робота охоплює базові поняття теорії колективної поведінки: визначення агента, його функціональну структуру, типи середовищ, принципи взаємодії та самоорганізації в колективах агентів. Передбачає аналіз моделей централізованого та децентралізованого управління, а також механізмів кооперації і суперництва між агентами.	0,1
Тема 2. Моделі, алгоритми та навчання в мультиагентних системах. Контрольна робота спрямована на перевірку знань про алгоритми самоорганізації, навчання з підкріпленням, колективне самонавчання та моделювання поведінки агентів у динамічному середовищі. Особлива увага приділяється ігровим, економічним і еволюційним моделям, принципам рівноваги, а також колективним рішенням у розподілених обчислювальних системах.	0,1
Загалом	$\sum_{i=1}^{m} b_i$=0,2

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Архітектури агентів та мультиагентних систем. Вивчення основних архітектур агентів (реактивна, деліберативна, гібридна) та підходів до побудови мультиагентних систем.	8
Тема 2. Протоколи комунікації між агентами. Огляд мов агентної комунікації (ACL, KQML), принципів взаємодії та протоколів обміну повідомленнями у колективах агентів.	8
Тема 3. Координація та планування в мультиагентних системах. Розгляд методів координації дій агентів, алгоритмів узгодження планів і розподілу завдань між агентами.	7

Тема 4. Ігрові моделі взаємодії агентів. Застосування теорії ігор для аналізу стратегій співпраці, конкуренції та досягнення рівноваги Неша у мультиагентних середовищах.	7
Тема 5. Еволюційні алгоритми у мультиагентних системах. Використання еволюційних підходів (генетичні алгоритми, алгоритми рою частинок) для навчання і оптимізації поведінки агентів.	7
Тема 6. Колективне навчання та обмін знаннями між агентами. Дослідження механізмів формування колективного досвіду, передавання знань і побудови спільних моделей середовища.	7
Тема 7. Самоорганізація та адаптивні механізми у багатоагентних системах. Вивчення процесів формування структур, ролей і поведінкових стратегій без централізованого управління.	7
Тема 8. Мультиагентні системи у робототехніці. Застосування агентних технологій для керування групами роботів: колективне пересування, пошук цілей, розподіл завдань.	7
Тема 9. Безпека та надійність мультиагентних систем. Розгляд загроз для мультиагентних систем, способів захисту комунікацій, виявлення зловмисних агентів і забезпечення цілісності даних.	7
Тема 10. Застосування мультиагентних систем у кібербезпеці та Smart-технологіях. Приклади використання агентів для виявлення атак, реагування на інциденти, управління IoT-пристроями та інтелектуальних мереж.	7
Загальна кількість годин	**72**

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.
Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

За даним компонентом врахування тем, у разі успішного завершення курсів, не передбачено.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Плескач В.Л. , Рогушина Ю.В. Агентні технології: Монографія. – К.: Київ. нац. торг.–екон. ун–т, 2005. – 344 с. (Табл.10. Рис.58. Бібліограф.361). URL: https://core.ac.uk/download/pdf/38468943.pdf
2. Jones, Owen, Robert Maillardet, and Andrew Robinson. Introduction to Scientific Programming and Simulation Using R. Chapman and Hall, 2009.
URL:https://nyu-cdsc.github.io/learningr/assets/simulation.pdf
3. Segaran, Toby. Programming Collective Intelligence: Building Smart Web 2.0 Applications. O'Reilly Media, 2007. URL: https://axon.cs.byu.edu/~martinez/classes/778/Papers/GP.pdf

Додаткова література

4. Bigus J., Bigus J. Constructing Intelligent Agents Using Java: Second Edition. – New York: Addison-Wesly, 2002. – 520 p. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Constructing_Intelligent_Agents_Using_Ja.html?id=RxTN7rgf19gC&redir_esc=y
5. Subrahmanian V.S. Heterogeneos agent systems. – The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2000. – 580 p. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Heterogeneous_Agent_Systems.html?hl=ca&id=2YMUNKuq8mYC&redir_esc=y

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k:

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,8	0,2		

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.
Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$О = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + І \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: П – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
І – оцінка за виконання індивідуального завдання
K – середньозважена оцінка за контрольні роботи
Пк – оцінка за підсумковий контроль

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + ... + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^{n} a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + ... + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^{m} b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, K, І,...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої О з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно	F

(потрібне повторне вивчення)

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.
Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/

Погодження

Силабус погоджено	30.08.2025		**Завідувач кафедри** Сергій ЄВСЕЄВ
	30.08.2025		**Гарант ОП** Станіслав МІЛЕВСЬКИЙ