

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Заступник Голови Вченої ради  
ННК «ІПСА» «КПІ»  
ім. Ігоря Сікорського  
д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_ Н.Д.Панкратова  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## **ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ**

**третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
для здобуття наукового ступеня доктор філософії**

**ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ**      Інформаційні технології

**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ**    122 – Комп'ютерні науки та  
інформаційні технології

Ухвалено Вченою радою ННК «ІПСА»  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол від «26» 03 2018 р. № \_)

Київ-2018

## РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Бідюк Петро Іванович, д.т.н., проф., професор кафедри ММСА  
Навчально-наукового комплексу «Інститут прикладного системного  
аналізу» НТУУ «КПІ»

Зайченко Юрій Петрович, д.т.н., проф., професор кафедри ММСА  
Навчально-наукового комплексу «Інститут прикладного системного  
аналізу» НТУУ «КПІ»

Кисельов Геннадій Дмитрович, к.т.н., доцент кафедри СП Навчально-  
наукового комплексу «Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ  
«КПІ»

Макаренко Олександр Сергійович, д.-ф.м.н., проф., зав. відділом  
прикладного нелінійного аналізу Навчально-наукового комплексу  
«Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ «КПІ»

## **ВСТУП. Основні поняття та означення. Основні підходи та напрями розвитку в системах штучного інтелекту**

### **Розділ 1. Нейронні мережі та їх застосування в інтелектуальних системах**

#### **1.1. Нейронні мережі. Алгоритми навчання**

Нейронна мережа BackPropagation. Архітектура. Математичний опис функціонування нейронної мережі. Властивості НМ BackPropagation. Градієнтний алгоритм навчання нейронної мережі “Backpropagation” та його модифікації. Градієнтний алгоритм навчання для нейронної мережі “Backpropagation” з довільним числом шарів. Генетичний алгоритм навчання нейронної мережі BackPropagation. Метод спряжених градієнтів. Їх властивості. Нейронні мережі з радіально- базисними функціями. Їх властивості. Алгоритми навчання.

#### **1.2. Рекурентні нейронні мережі**

Рекурентні нейронні мережі. Нейронна мережа Хопфілда, її властивості та застосування. Нейронна мережа Хемінга, структура, властивості та області застосування.

#### **1.3. Нейронні мережі з самоорганізацією**

Змагальне навчання. Нейронна мережа Т. Кохонена. Архітектура, функції, базовий алгоритм самонавчання Кохонена. Модифікації базового алгоритма Кохонена. Модифікований алгоритм самонавчання Кохонена з функцією сусідства. Застосування мереж з самоорганізацією. Самоорганізуючі карти ознак Кохонена та їх застосування.

### **Розділ 2. Навчання та самонавчання в інтелектуальних системах**

#### **2.1. Моделі навчання в інтелектуальних системах. Алгоритми навчання**

Класифікація моделей навчання. Формальні і неформальні моделі. Алгоритми навчання на основі статистичної теорії прийняття рішень. Ймовірнісні алгоритми адаптації та навчання. Умови збіжності.

#### **2.2. Алгоритми самонавчання в інтелектуальних системах**

Особливості та проблеми самонавчання (кластерного аналізу). Критерії та метрики кластерного аналізу. Класифікація алгоритмів кластерного аналізу. Дисперсійний метод кластерного аналізу. Метод К-середніх. Ієрархічний агломеративний алгоритм кластеризації (кластер-аналізу).

### **Розділ 3. Інтелектуальні системи прийняття рішень на основі методу евристичної самоорганізації**

#### **3.1. Основні ідеї методу групового урахування аргументів (МГУА). Алгоритми МГУА**

Дедуктивний та індуктивний підходи до проблем прийняття рішень. Основні принципи МГУА. Знаходження моделі оптимальної складності. Багаторядні (поліноміальні) алгоритми МГУА і методи їх навчання (налагодження коефіцієнтів моделі). Основні властивості МГУА. Комбінаторний алгоритм МГУА, його властивості та застосування. Алгоритми МГУА з послідовним виділенням трендів.

#### **3.2. Нечіткий МГУА та його застосування**

Нечіткий метод МГУА, його властивості. Інтервальна модель регресії. Алгоритм нечіткого МГУА. МГУА з різними видами часткових описів: ортогональні поліноми Чебишева, ряди Фур'є, моделі АРКС. Адаптація моделей отриманих за допомогою НМГУА. Застосування алгоритмів МГУА в задачах прогнозування економіці та фінансовій сфері.

### **Розділ 4. Системи з нечіткою логікою та нечіткі нейронні мережі**

#### **4.1. Загальна характеристика систем нечіткого висновку, основні алгоритми нечіткого висновку**

Загальна характеристика систем формування нечіткого висновку та їх класифікація. Етапи формування нечіткого висновку. Основні алгоритми формування нечіткого висновку – Мамдані, Цукамото, Сугено та Ларсена. Методи дефазифікації в системах нечіткого висновку. Основні властивості систем з нечіткою логікою та області їх застосування. Теореми про універсальну апроксимацію систем з нечіткою логікою (FAT theorem).

#### **4.2 . Нечіткі нейронні мережі Мамдані і Цукамото**

Нечіткий Контролер Мамдани-Цукамото, його архітектура, властивості. Алгоритм зворотного розповсюдження похибки для навчання нейромережі з висновком Мамдані. Градієнтний алгоритм навчання контролера Мамдані-Цукамото та його властивості. Нечітка нейромережа ANFIS. Її архітектура, властивості та градієнтний алгоритм навчання. Нечітка нейромережа TSK. Архітектура, функціонування, гібридний алгоритм навчання. Його властивості. Застосування нечітких нейромереж ANFIS та TSK. Застосування нечітких мереж в задачах прогнозування в фінансовій сфері.

#### **4.3. Нечітка нейронна мережа для класифікації NEFClass та її модифікації. Алгоритми навчання**

Нечітка нейронна мережа для класифікації NEFClass. Архітектура, алгоритм генерування бази правил та навчання функцій належності. Аналіз недоліків нечіткої нейромережі NEFClass, модифікована система NEFClass-M, її властивості та алгоритми навчання (градієнтний, спряжених градієнтів та генетичний). Застосування нечітких нейромереж в задач розпізнавання та класифікації в економіці і техніці. Застосування нечіткої нейромережі NEFClass в задачах розпізнавання рукописних текстів та розпізнавання об'єктів на електрооптичних зображеннях.

#### **4.4. Нечіткі методи кластерного аналізу**

Нечіткий алгоритм кластер-аналізу К-середніх. Знаходження початкового розташування центрів нейронів самоорганізації. Алгоритми пікового та різницевого групування. Нечіткий алгоритм кластерного аналізу Густавссона-Кесселя та його властивості. Застосування нечіткого кластер-аналізу в економіці. Робастні алгоритми адаптивного кластер-аналізу.

### **Розділ 5. Байєсівські моделі і методи аналізу даних**

#### **5.1 Байєсівські мережі**

Теорема Байєса для звичайних бінарних подій. Інтерпретація теореми Байєса, приклад застосування. Теорема Байєса для неперервних даних і дискретних параметрів. Теорема Байєса для неперервних даних і неперервних параметрів, приклад застосування. Основні поняття мереж Байєса. Види і типи мереж Байєса. Поняття імовірнісного висновку. Методика побудови байєсівських мереж. Оцінювання структури і параметрів мереж. Методи формування ймовірнісного висновку у байєсівських мережах. Динамічні байєсівські мережі – поняття, побудова та особливості застосування. Приклади застосування байєсівської мережі для оцінювання фінансового ризику та побудови діагностичних систем. Недоліки і переваги байєсівських мереж.

#### **5.2 Узагальнені лінійні та структурні моделі**

Узагальнені лінійні моделі: основні поняття, складові та класифікація. Точкові та інтервальні методи оцінювання невідомих параметрів математичних моделей. Байєсівські методи оцінювання невідомих параметрів математичних моделей: методи Монте-Карло – ітераційні, не ітераційні. Критерії адекватності байєсівських моделей. Аналіз ефективності байєсівського висновку. Системний підхід до проектування СППР на основі методів байєсівського аналізу даних.

## **Розділ 6. Інформаційно-аналітичні системи**

### **6.1 Інформаційно-аналітичні системи і бази даних**

Означення інформаційно-аналітичної системи (ІАС), елементи ІАС; інформаційна технологія. Послідовність проектування і реалізації ІАС. Дві моделі проектування і реалізації ІАС. Інформаційні сховища та вітрини. Корпоративні інформаційно-аналітичні системи.

Бази даних. Означення, типи баз даних (БД). Системи управління базами даних. Організація SQL.

Бази знань (БЗ). Представлення знань в БЗ і висновки на знаннях. Типи знань в інформаційних СППР. Означення і структура експертної системи (ЕС). Класифікація систем, які ґрунтуються на знаннях. Проектування і реалізація ЕС. Поняття поля знань, стратегії отримання знань. Теоретичні аспекти здобування та структурування знань.

### **6.2 Інформаційні системи підтримки прийняття рішень**

Інформаційні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР), означення та призначення. Загальна процедура прийняття рішень. Архітектура ІСППР, призначення окремих підсистем. Типи ІСППР. Застосування принципів системного аналізу при проектуванні та реалізації ІСППР. Послідовність проектування та реалізації ІСППР. Поняття прототипу ІСППР та процедура її створення, переваги і недоліки. Два види прототипів. Типи інтерфейсів ІСППР, адаптивні інтерфейси та задачі, що розв'язуються при їх проектуванні і реалізації. Приклади створення ІСППР.

Технології розробки програмного забезпечення систем, що ґрунтуються на знаннях – цілі, принципи, парадигми. Методологія створення і моделі життєвого циклу інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Мови програмування систем штучного інтелекту і мови представлення знань. Представлення знань в Інтернеті, мова HTML. Онтології і онтологічні системи. Системи і засоби представлення онтологічних знань.

Програмні агенти і мультиагентські системи. Проектування і реалізація агентів і мультиагентських систем. Інформаційний пошук в Інтернеті.

## **Розділ 7. Технології комп'ютеризації проектних робіт**

Інтегровані комп'ютерні комплекси різного призначення і проблемно-орієнтовані інформаційні середовища. Методи створення розподілених складних систем. Методи програмування для корпоративних обчислень, включаючи аспекти безпеки програмних

застосувань і їх взаємодії з мобільними обчисленнями. Методи моделювання і проектування програмних застосувань та комп'ютерних інфраструктур для вирішення науково-технічних задач різного призначення. Моделі структур програмних систем. Моделі керування програмними системами. Призначення, застосування і базові принципи побудови інформаційних систем. Життєвий цикл розробки інформаційних систем. Інтернет технології комп'ютеризації проектних робіт.

Загальна характеристика процесу проектування, архітектура платформи автоматизованого проектування складних об'єктів і систем. Засоби підтримки проектного менеджменту. Математичні моделі технічних об'єктів. Ієрархічна система математичних моделей технічних об'єктів для різних етапів проектування. Приклади математичних моделей електронних компонентів для функціонально-логічного, схемотехнічного і конструкторського проектування. Технічні засоби інформаційних систем (комп'ютери, периферійне обладнання). Програмне забезпечення інформаційних систем (операційні системи, застосування, СУБД). Інтернет як середовище спільного проектування. Розподілені обчислення і сховища даних. „Віртуалізація” комп'ютерних ресурсів різних типів. Grid на сучасному етапі розвитку інформатизації. Мови і засоби програмування (CASE системи).

## **Розділ 8. Хмарні та Сервіс-орієнтовані обчислення**

Визначення і основні властивості хмарних систем. Класи хмарних систем їх переваги та недоліки. Розгортання програмних систем в хмарних середовищах з використанням принципів побудови REST архітектури. Віртуалізація на основі контейнерів і віртуальних машин. Відмінності, переваги, недоліки. Хмарна платформа Heroku. Особливості взаємодії, відмінності і спільні риси з рішеннями Amazon, Google, Microsoft. *Сервіс-орієнтована парадигма програмування* ( семантичний сервіс-реєстр, виклик сервісу та взаємодія з ним, узгоджена взаємодія сервісів, моделі сервісів, еволюція архітектури систем сервісів).

Сервіси та їх інтелектуальна взаємодія. Концепція мікро- і гід-сервісів; сервіси роботи з приладами, сенсорами, базою знань; сервіси бізнес-процесів та їх супроводження. Впровадження технології веб-сервісів в розробку інформаційних систем різного призначення (розроблення доменних онтологій для контенту інформаційного забезпечення; використання семантичних веб-технологій; застосування Data Mining; інтелектуальні й адаптивні середовища для різних прикладних областей). Веб – сервіси, розподілені системи і розподілені бази даних. Високопродуктивні обчислення (HPC).

Рівні паралелізму. SISD, SIMD, MIMD, SISD. NUMA та UMA доступи до пам'яті. Функціональних блоків CPU. Методи налаштування продуктивності HPC.

### **Розділ 9. Методи оптимізації об'єктів проектування**

Аналіз статичних режимів (методи Ньютона, пошуку кривої рішення тощо) математичних моделей об'єктів. Аналіз динамічних режимів (методи Гіра, Брайтона та інші для розв'язання неявних диференціальних рівнянь) математичних моделей об'єктів. Аналіз чутливості методи приєднаних схем і моделей чутливості). Базові методи параметричної оптимізації (градієнтні, квазіньютонівські). Методи оптимізації з обмеженнями (штрафні функції, метод множителей Лагранжа). Методи багатокритеріальної оптимізації (принцип Парето, мінімаксні методи. Простір векторів даних. Простір цільових функцій. Парето-оптимальні розв'язки. Парето домінантність. Парето фронт. Методи розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації. Стохастичні алгоритми досліджень задач оптимізації. Техніка локальних досліджень. Градієнтні методи. Визначення генетичних алгоритмів (ГА). Еволюційні алгоритми (ЕА), та їх відмінність від генетичних алгоритмів (ГА).

### **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.А. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 321 с.
2. Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. – Киев: Наукова думка, 2013.-406 с.
3. Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем. Навч. посібник. – Київ: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352с.
4. Зайченко Ю.П.. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. – Киев: «Слово», 2008. – 354с.
5. Згуровский М. З., Зайченко Ю.П. Модели и методы принятия решений в нечетких условиях. – Київ: Наукова Думка, 2011. – 275 с.
6. Заде Л. Роль мягких вычислений и нечёткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем. // Новости искусственного интеллекта, № 2, 2001, стр. 7-11.
7. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. Перевод с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.



8. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – Москва: ООО Вильямс, 2006. – 1104 с.
9. Рассел Стюарт., Норвиг Питер. Искусственный интеллект: современный поход. – Москва: Вильямс, 2007. – 1408 с.
10. Люгер Ф. Искусственный интеллект. – Київ: Вильямс», 2006.
11. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. – Москва. – Мир. – 1976. – 165с.
12. Ивахненко А.Г., Мюллер И.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. – Київ: Техника, 1985. – 350 с.
13. Букатова И.Л., Ю.И. Михасев, А.М. Шаров: Эвоинформатика. Теория и практика эволюционного моделирования. – Москва: Наука, 1991. – 206 с.
14. Заде Л. Роль мягких вычислений и нечёткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем // Новости искусственного интеллекта, № 2Б, 2001, стр. 7-11.
15. Ярушкина Н.Г.: «Нечёткие нейронные сети» // Новости искусственного интеллекта, № 36, 2001, стр. 47-51.
16. Murphy K. A Brief Introduction to Graphical Models and Bayesian Networks [Электронный ресурс] // University of British Columbia, Faculty of Science .– Режим доступа: <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bayes.html/> – 07.07.2007 р.
17. Згуровський М.З., Бідюк П.І., Терентьев О.М., Просьянкін-Жарова Т.І. Байєсівські мережі в СППР. – Київ: «Політехніка», 2015. – 300 с.
18. Jensen F. V. Bayesian networks basics. – Tech. Rep. Aalborg University, Denmark, 1996.
19. Fishman G. Monte Carlo Concepts, Algorithms and Applications. – USA, 1999. – 722 p.
20. Gill J. Generalized linear models: a unified approach. – USA: New Delhi, 2001. – 110 p.
21. Gilks W.R., Richardson S., Spiegelhalter D.J. Markov Chain Monte Carlo in Practice. –New York: Chapman & Hall/CRC, 1996. – 486 p.
22. Mallor F., Nualart E., Omey E. An introduction to statistical modeling of extreme values. Hub research paper. No.36, 2009, P. 5-31.
23. Stoffer D.S., Shumway R. H. Time series analysis and its applications. Springer, New York, 2006.
24. Бідюк П.І., Гожий О.П., Коршевнюк Л.О. Комп'ютерні СППР: проектування і реалізація. – Миколаїв: Чорноморський державний університет імені Петра Могили, 2011. – 380 с.
25. Handbook of computer-human interaction / Helander M. (ed.) – Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1988. – 1150 p.

26. Петренко А.И., Основы построения систем автоматизированного проектирования. — Київ: Вища школа, 1985.
27. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера / Мельник А.О. — Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008.
28. Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Таненбаум Э., Ван Стеен М. — СПб.: Питер, 2003.
29. Петренко А.И. Основи автоматизованого проектування складних об'єктів та систем (роздавальний матеріал).-Київ, „Аверс”, 2006. – 205 с.
30. Ладогубець В.В., Ладогубець Т.С., Ладогубець О.В. Алгоритми параметричної оптимізації складних систем. – Київ: АБЕРС, 2006.- 139 с.
31. Реклейтис Г. Оптимизация в технике: в 2-х книгах [пер. с англ] / Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. – М.: Мир, 1986. – 747 с.
32. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование [пер. с англ.] / Химмельблау Д. – М.: Мир, 1974. – 532 с.
33. Давыдов В.Г. Технологии программирования. С++. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 672 с.
34. Страуструп Б. Язык программирования С++. Спец. изд. – М.: Бином. – 2004. – 1054 с.
35. Шантырь А.С. Web-проект / А.С. Шантырь, С.В. Шантырь. – Київ: «Вібра-Лабораторія», 2006. – 208 с.
36. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. – СПб.: Питер. 2005. – 992 с.
37. Шеховцов В.А. Операційні системи. К.: Видавнича група ВНУ, 2005. - 576 с.
38. Таненбаум Э. [Современные операционные системы. 2-е изд.](#) – СПб.: Питер, 2002. – 1040 с.
39. Д. Рихтер. Windows для профессионалов: Создание эффективных Win32-приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows. – СПб.: Питер, Русская Редакция, 2000. – 752 с.
40. Разработка инфраструктуры сетевых служб Microsoft Windows 2000. Учебный курс MCSE. Сертификационный экзамен № 70-221. – Microsoft Corporation, Русская Редакция, 2001. – 992 с.
41. Э. Немец, Г. Снайдер, С. Сибасс, Т. Хейн. UNIX: руководство системного администратора. – СПб.: Питер, 2002.
42. Столмен Р., Пеш Р., Зедлер А. GDB и DDD. Отладка программ. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 608 с.
43. Таненбаум Э. Архитектура компьютера [4-е изд.] / Таненбаум Э. — СПб: Питер, 2003.

44. Петренко А.І. Основи автоматизованого проектування складних об'єктів та систем (роздавальний матеріал).-Київ, „Аверс”, 2006.-205 с.
45. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования.- Москва, Изд-во МГТУ, 2002.-332 с.
46. Петренко А.И., Семенов О.И. Основы построения САПР (учебник). - Київ, Вища школа, 1985.
47. Петренко А.И., Власов А.И., Тимченко А.П. Табличные методы моделирования электрон-ных схем на ЭЦВМ. - Київ, Вища школа, 1977
48. Петренко А.И. Основы автоматизации проектирования. - Киев, Техника, 1982.
49. С.А. Орлов. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
50. Е.М. Лаврищева. Методы программирования. Теория, инженерия, практика. – К.: Наукова думка, 2006. – 450 с.
51. К.М. Лаврищева. Програмна інженерія. – К.НАНУ, 2008. – 319с.
52. Тимоти Бадд. Объектно-ориентированное программирование в действии. – СПб.: Питер, 1997. –464 с.
53. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб: Питер, 2001. — 368 с.
54. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++ . 2-е изд. / Пер. с англ. – М.: «Издательство Бином», СПб: «Невский диалект», 1998.
55. Документація в інтернет по системам X11R6, Doxygen, CVS, SVN, GIT, TDD, Unit Testing, Patterns.
56. Стив Макконнелл. Профессиональная разработка программного обеспечения. - М.; Символ-Плюс, 2007. - 240 с.
57. Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влссидес. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. - Сп.Б.; Питер, 2001. - 368 с.
58. Роберт Мартин. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг. - Сп.Б.; Питер, 2010. - 464 с.
59. Алан Купер, Роберт Рейман, Дэвид Кронин. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. - М.; Символ-Плюс, 2009. - 688 с.