

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім.Ігоря Сікорського»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ КОМПЛЕКС
«ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заст. 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

Ухвалено Вченою радою ННК «ІПСА»
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол від «26» 03 2018 р. № _3_)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Петренко Анатолій Іванович, д.т.н., проф., професор кафедри СП
Інституту прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ»

Бідюк Петро Іванович, д.т.н., проф., професор кафедри ММСА Інституту
прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ»

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

Кисельов Геннадій Дмитрович, к.т.н., доцент кафедри СП нститут
прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ»

1. ВСТУП. Основні підходи та напрями розвитку

Комп'ютерні науки (англ. Computer Science) - сукупність теоретичних і практичних знань, які використовують у своїй роботі фахівці в області обчислювальної техніки, програмування, інформаційних систем і технологій. Як наукова дисципліна комп'ютерні науки виникли в середині 30-х років ХХ століття в результаті злиття теорії алгоритмів і математичної логіки, а також винаходу електронних обчислювальних машин (комп'ютерів). Першою публікацією в області комп'ютерних наук прийнято вважати опубліковану в 1936 році знамениту статтю А. Тьюрінга "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs problem", в якій було введено поняття машини Тьюрінга.

В даний час в області комп'ютерних наук зазвичай виділяють наступні основні розділи: *алгоритми і структури даних, мови програмування, архітектура комп'ютерів, операційні системи і комп'ютерні мережі, розробка програмного забезпечення, бази даних та інформаційно-пошукові системи, штучний інтелект та робототехніка, комп'ютерна графіка, взаємодія людини і комп'ютера і ін.* Традиційно комп'ютерні науки мають більш тісні зв'язки з математикою і, в свою чергу, сильно впливають на математику.

Предметну галузь комп'ютерних наук в цілому можна розділити на дві великі підгалузі. Перша з них включає вивчення конкретних процесів обробки інформації і пов'язані з ними питання представлення даних. Друга має відношення до структур, механізмів і схем обробки інформації. Щоб застосовувати основні результати досліджень в області комп'ютерних наук, необхідно володіти навичками в чотирьох основних напрямках: *алгоритмічне мислення, уявлення інформації, програмування і проектування систем.* Стати фахівцем з сучасних комп'ютерних наук **можливо тільки за умови комплексного вивчення всіх їх складових частин.** Перша програма навчання з отриманням ступеня «Комп'ютерні науки» в Сполучених Штатах була сформована в університеті Пердью в 1962 році. Сьогодні із-за величезного обсягу знань з комп'ютерних наук підготовка аспірантів (докторів філософії, або PhD) ведеться, зазвичай, в університетах світу за спеціальними PhD програмами, серед яких слід відмітити такі, як Data Management, Design Databases, Distributed Computing, Software Development, Operating Systems, Cryptography, Simulation and Modeling, Microprogramming, Computer Programming, Parallel Programming, Microservices and Containers, Artificial Intelligence, Bioinformatics, Networks and Administration, Computer Architecture Networks, Digital Image/Sound, Computer Game Development, Robotics, Computer Graphics, Web Development, Memory Systems, Mobile Development, Computational Physics, etc.

В інституті прикладного системного аналізу КПІ імені Ігоря Сікорського для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобуття наукового ступеня доктора філософії вибрані програми «**Інтелектуальні розподілені сервіс-орієнтовані обчислення**» (кафедра СП) і «**Штучний інтелект**» (кафедра ММСА).

Розділ 1. Представлення даних і базові процеси їх обробки

1.1. Лавиноподібне зростання обсягів даних, або інформаційний «бум» в сучасних науці і суспільстві, нові підходи їх оброблення, використання методів та засобів, керованих даними.

1.2. Використання методів Data Mining для оброблення великих за обсягами даних в задачах:

- кластеризації сегментації,
- ієрархічної кластеризації
- класифікація даних
- прогнозування

- регресивні дерева
- правила асоціацій.

1.3. Інтеграція даних (data fusion and integration, mashup) - набір методів, що дозволяють поєднувати різномірні дані з різних джерел з метою створення нових послуг

1.4. Категоризація та збагачення відкритих даних (Crowdsourcing , Open Data) широким колом невідомих осіб, які працюють на «громадських» засадах

1.5. Просторовий аналіз (Spatial analysis) - методи, в яких використовуються відомості геометричні, географічні та ін.

1.6. Особливості та проблеми самонавчання (кластерного аналізу). Критерії та метрики кластерного аналізу. Класифікація алгоритмів кластерного аналізу. Дисперсійний і Ієрархічний методи кластерного аналізу. 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. Робастні алгоритми адаптивного кластер-аналізу.

1.7. Візуалізація великих масивів даних (діаграми, графіки, графи, деревоподібні карти, картограми, спеціалізований інструментарій (Tableau Public, Gephi)). Керування 3D друком.

1.8. Аналіз та обробка неструктурованих даних (словники термінів, індексування даних, ранжування даних, моделі довірливості даних , класифікація, кластеризація та побудова асоціативних правил)

1.9. Предметно-орієнтовані інформаційні бази даних Data Warehausig

1.10. Обчислення дескриптивних статистик для великих обсягів даних (частоти, середні, стандартні відхилення, медіани, квартили) на прикладі STATISTICA Big Data Analytics

1.11. MapReduce: методологія і технологія розподілених обчислень: Етап Map -попередньої обробки; Етап Reduce - згортки результатів; приклади функцій

1.12. Введення в систему Hadoop: основні принципи Hadoop, компоненти Hadoop, робота з нереляційними даними, приклади використання; MapReduce в Hadoop.

1.13. Обробка даних в реальному часі (Storm, Spark, Impal)

1.14. Байєсівські мережі і основні поняття мереж Байєса. Види і типи мереж Байєса, методика побудови байєсівських мереж. Оцінювання структури і параметрів мереж. Методи формування ймовірнісного висновку у байєсівських мережах. Динамічні байєсівські мережі – поняття, побудова та особливості застосування. Недоліки і переваги байєсівських мереж.

1.15. Узагальнені лінійні та структурні моделі. 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.

1.16. Інформаційно-аналітичні системи. Визначення 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.

1.17. Інформаційні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР), визначення та призначення. Архітектура ІСППР, призначення окремих підсистем. Типи ІСППР. Застосування принципів системного аналізу при проектуванні та реалізації ІСППР...

Розділ 2. Структури, методи і середовища обробки інформації

2.1. Концепція розподілених обчислень. Поняття розподіленої обчислювальної системи. Основні задачі розподілених обчислень: прозорість, відкритість, гнучкість, розширюваність. Концепція проблемно-орієнтованих середовищ (PSE, Problem Solving Environment).

2.2. Сучасні архітектури високопродуктивних розподілених обчислювальних систем. Високопродуктивні обчислення (HPC). Рівні паралелізму. SISD, SIMD, MIMD, SISD. NUMA та UMA доступи до пам'яті. Функціональні блоки CPU. Методи налаштування продуктивності HPC.

2.3. Технології та програмне забезпечення високопродуктивних розподілених обчислювальних систем.

2.4. Основні моделі взаємодії розподілених об'єктів, сервіси проміжного рівня. Модель «клієнт-сервер», «центральный координатор» і «розподілене узгодження» Логічні рівні та варіанти архітектури. Вертикальний і горизонтальний розподіл.

2.6. Концепції взаємодії програмних компонентів: обмін повідомленнями, виклик віддалених компонентів. Системи черг повідомлень, виклик віддалених процедур (RPC). Модель виклику віддалених методів (RMI).

2.7. Комунікаційне середовище розподілених комп'ютерних систем: проблеми організації, застосування і вибору. Використання та управління ресурсами комп'ютерів у розподілених системах. Планувальники розподілу завдань в розподілених інфраструктурах.

2.8. Розподілені бази даних. Визначення і властивості розподілених БД (РБД). Вертикальний і горизонтальний розподіл даних. Розподілені транзакції. Забезпечення цілісності даних. Обробка розподілених запитів.

2.9. Розподілені інфраструктури на базі Грід/Хмари. Визначення і основні властивості хмарних систем, їх переваги та недоліки. Розгортання програмних систем в хмарних середовищах з використанням принципів побудови REST архітектури. Хмарна платформа Heroku. Особливості взаємодії, відмінності і спільні риси з рішеннями Amazon, Google, Microsoft.

- 2.10. 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.
- 2.11. 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.
- 2.12. Методи та засоби сучасних бібліотек (Win32, MPI, PVM, OpenMP) та мов (Java, C#, Ада) для програмування в паралельних та розподілених системах.
- 2.13. Глобальна структура Internet (Глобальний розподіл IP-адрес. «RIPE» – Європейські IP-мережі, локальні Internet-реєстри. Система доменних імен – DNS. Глобальні телекомунікаційні структури. Приєднання Internet сервіс-провайдера до Internet Backbone.
- 2.14. Структура регіональних комунікацій Internet сервіс-провайдера. Системи супутникового зв'язку. Мережі Frame Relay).

Розділ 3. Розподілені інтелектуальні обчислення

- 3.1. Технології підтримки паралельних обчислень. Інтерфейс передачі повідомлень MPI. Багатопотокова модель програмування на підставі бібліотеки OpenMP. Засоби доступу до кластерів симетричних мультипроцесорів і середовища Грід, поєднання OpenMP і MPI
- 3.2. Інструментальні засоби створення багатоланкових розподілених додатків на основі таких технологій, як MIDAS, RPS, CORBA та інші. Компонентна модель .Net Framework як платформа проміжного рівня. Розподілені обчислення на платформі .Net Framework.
- 3.3. Створення розподілених додатків на базі технології веб-сервісів. Побудова веб-сервісів на платформі ASP .NET. Публікація веб-сервісів.
- 3.4. Сервіс-орієнтована парадигма програмування (семантичний сервіс-реєстр, виклик сервісу та взаємодія з ним, узгоджена взаємодія сервісів, моделі сервісів, еволюція архітектури систем сервісів).
- 3.4. Сервіси та їх інтелектуальна взаємодія. Концепція мікро- і грід-сервісів; сервіси роботи з приладами, сенсорами (Інтернет речей), базою знань; сервіси бізнес-процесів та їх супроводження.
- 3.5. Віртуалізація на основі контейнерів і віртуальних машин. Відмінності, переваги, недоліки.
- 3.6. Впровадження технології семантичних веб-сервісів в розробку і інтеграцію інформаційних систем різного призначення.
- 3.7. Онтології і онтологічні системи. Мови і засоби представлення онтологічних знань.
- 3.8. Базові архітектури сервіс-орієнтованих систем з шаблонами взаємодії між сервісами типу «запит-відповідь», « публікація-підписка», або змішаними.

- 3.9. Програмні агенти і мультиагентні системи. Проектування і реалізація агентів і мультиагентських систем. Застосування агентів в сервіс-орієнтованих системах.
- 3.10. Пошук сервісів в мережі за запитом користувача і описом сервісу в репозитарії. Використання онтологічної близькості, ступеня задоволення функціональних і нефункціональних вимог.
- 3.11. Проектування сервіс-орієнтованих систем на базі об'єднання онтолого-орієнтованого і модельно-керуваного підходів.
- 3.12. Інтернет як середовище спільного проектування. Розподілені обчислення і сховища даних. „Віртуалізація” комп'ютерних ресурсів різних типів.
- 3.13. Математична основа сервісів аналізу статичних режимів (методи Ньютона, пошуку кривої рішення тощо) і аналізу динамічних режимів (методи Гіра, Брайтона та інші для розв'язання неявних диференціальних рівнянь) складних систем при їх мережевому проектуванні.
- 3.14. Математична основа сервісів аналізу чутливості (методи приєднаних схем і моделей чутливості) і параметричної оптимізації (градієнтні, квазіньютонівські методи і метод змінних порядків) складних систем при їх мережевому проектуванні.
- 3.15. Математична основа сервісів розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації (Парето-оптимальні розв'язки, мінімаксні методи) при мережевому проектуванні складних систем.

Розділ 4. Нейронні мережі та їх застосування в інтелектуальних системах

- 4.1. Нейронні мережі. Алгоритми навчання. Нейронна мережа BackPropagation. Архітектура. Математичний опис функціонування нейронної мережі. Властивості НМ BackPropagation і алгоритми навчання градієнтний, генетичний та спряжених градієнтів та їх порівняльний аналіз..
- 4.2. Рекурентні нейронні мережі. Нейронна мережа Хопфілда та Хемінга, її властивості та застосування.
- 4.3. Нейронні мережі з самоорганізацією. Змагальне навчання. Нейронна мережа Т. Кохонена. Архітектура, функції, базовий алгоритм самонавчання Кохонена. Модифікації базового алгоритма Кохонена. Застосування мереж з самоорганізацією. Самоорганізуючі карти ознак Кохонена та їх застосування.
- 4.4. Алгоритми навчання на основі статистичної теорії прийняття рішень. Ймовірнісні алгоритми адаптації та навчання. Умови збіжності.
- 4.5. 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, методи їх навчання (налагодження коефіцієнтів моделі) та властивості.
- 4.6. 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.

4.7. Адаптація моделей, отриманих за допомогою НМГУА. Застосування алгоритмів МГУА в задачах прогнозування економіки та фінансовій сфері.

4.8. Загальна характеристика систем формування нечіткого висновку та їх класифікація. 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.

4.9. Нечітка нейромережа ANFIS. Її архітектура, властивості та градієнтний алгоритм навчання. Нечітка нейромережа TSK. Архітектура, функціонування, гібридний алгоритм навчання. Застосування нечітких нейромереж ANFIS та TSK.

4.10. Каскадні нео-фаззі нейронні мережі. Архітектура, алгоритми навчання, властивості. Гібридні МГУА- нео фаззі нейронні мережі їх властивості та застосування.

4.11. Нечітка нейронна мережа для класифікації NEFClass та її модифікації. 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 задачах розпізнавання та класифікації в економіці і техніці.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Воеводин В.В. Параллельные вычисления/Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. – С.-П.: «БХВ-Петербург», 2002. – 608 с.
2. Гольдштейн Б.С. Интеллектуальные сети/Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Перле Р.Д. – М.: Радио и связь, 2000. – 500 с.
3. Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы/Таненбаум Э., Стен ван М. – СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
4. Коваленко А.Є. Розподілені інформаційні системи. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2008. – 244 с.
5. Андон Ф.И. Алгеброалгоритмические модели и методы параллельного программирования/Андон Ф.И., Дорошенко А.Е., Цейтлин Г.Е., Яценко Е.А. – Киев: Академперіодика, 2007. – 634 с.
6. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.А. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 321 с.
7. Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. – Киев: Наукова думка, 2013. – 406 с.
8. Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем. Навч. посібник. – Київ: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с.
9. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. – Киев: «Слово», 2008. – 354 с.
10. Згуровский М. З., Зайченко Ю.П. Модели и методы принятия решений в нечетких условиях. – Київ: Наукова Думка, 2011. – 275 с.
11. Заде Л. Роль мягких вычислений и нечёткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем. // Новости искусственного интеллекта, № 2, 2001, стр. 7-11.
12. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. Перевод с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
13. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – Москва: ООО Вильямс, 2006. – 1104 с.
14. Рассел Стюарт., Норвиг Питер. Искусственный интеллект: современный поход. – Москва: Вильямс, 2007. – 1408 с.
15. Люгер Ф. Искусственный интеллект. – Київ: Вильямс», 2006.
16. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. – Москва. – Мир. – 1976. – 165 с.
17. Ивахненко А.Г., Мюллер И.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. – Київ: Техника, 1985. – 350 с.
18. Букатова И.Л., Ю.И. Михасев, А.М. Шаров: Эвоинформатика. Теория и практика эволюционного моделирования. – Москва: Наука, 1991. – 206 с.
19. Заде Л. Роль мягких вычислений и нечёткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем // Новости искусственного интеллекта, № 2Б, 2001, стр. 7-11.
20. Ярушкина Н.Г.: «Нечёткие нейронные сети» // Новости искусственного интеллекта, № 36, 2001, стр. 47-51.
21. 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 p.

22. Згуровський М.З., Бідюк П.І., Терентьев О.М., Просьянкіна-Жарова Т.І. Байєсівські мережі в СППР. – Київ: «Політехніка», 2015. – 300 с.
23. Jensen F. V. Bayesian networks basics. – Tech. Rep. Aalborg University, Denmark, 1996.
24. Fishman G. Monte Carlo Concepts, Algorithms and Applications. – USA, 1999. – 722 p.
25. Gill J. Generalized linear models: a unified approach. – USA: New Delhi, 2001. – 110 p.
26. Gilks W.R., Richardson S., Spiegelhalter D.J. Markov Chain Monte Carlo in Practice. –New York: Chapman & Hall/CRC, 1996. – 486 p.
27. Mallor F., Nualart E., Omey E. An introduction to statistical modeling of extreme values. Hub research paper. No.36, 2009, P. 5-31.
28. Stoffer D.S., Shumway R. H. Time series analysis and its applications. Springer, New York, 2006.
29. Бідюк П.І., Гожий О.П., Коршевніук Л.О. Комп'ютерні СППР: проектування і реалізація. – Миколаїв: Чорноморський державний університет імені Петра Могили, 2011. – 380 с.
30. Handbook of computer-human interaction / Helander M. (ed.) – Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1988. – 1150 p.
31. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера / Мельник А.О. — Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008.
32. Петренко А.І. Основи автоматизованого проектування складних об'єктів та систем (роздавальний матеріал).-Київ, „Аверс”, 2006. – 205 с.
33. Ладогубець В.В., Ладогубець Т.С., Ладогубець О.В. Алгоритми параметричної оптимізації складних систем. – Київ: АВЕРС, 2006.- 139 с.
34. Реклейтис Г. Оптимизация в технике: в 2-х книгах [пер. с англ] / Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. – М.: Мир, 1986. – 747 с.
35. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование [пер. с англ.] / Химмельблау Д. – М.: Мир, 1974. – 532 с.
36. Петренко А.І. Вступ до Grid- технологій в науці та освіті (навчальний посібник).- Київ: Політехніка.-2008.-120 с;
37. Петренко А.І. Застосування Grid –технологій в науці та освіті.-Київ: Політехніка.-2009.-143 с.
38. Рогоза В.С., Іщенко Г.В. Інтелектуальні платформи розподілених інформаційних середовищ. – НТУУ „КПІ”, 2009. – 352 с.
39. Foster I. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure / Ian Foster and Carl Kesselman. - Morgan Kaufmann Publishers.-San Francisco.-1998.- 286 p..
40. Ладогубець В.В. Параллельные алгоритмы вычислительной математики. – Київ:Аверс.- 2006.- 84с.
41. Разработка инфраструктуры сетевых служб Microsoft Windows 2000. Учебный курс MCSE. Сертификационный экзамен № 70-221. – Microsoft Corporation, Русская Редакция, 2001. – 992 с.
42. Таненбаум Э. Архитектура компьютера [4-е изд.] / Таненбаум Э. — СПб: Питер, 2003.
43. Петренко А.И., Семенов О.И. Основы построения САПР (учебник). - Київ, Вища школа, 1985.
44. Петренко А.И., Власов А.И., Тимченко А.П. Табличные методы моделирования электронных схем на ЭЦВМ. - Київ, Вища школа, 1977
45. Петренко А.И. Основы автоматизации проектирования. - Киев, Техника, 1982.
46. С.А. Орлов. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
47. Е.М. Лаврищева. Методы программирования. Теория, инженерия, практика. – К.: Наукова думка, 2006. – 450 с.

48. К.М. Лаврищева. Програмна інженерія. – К.НАНУ, 2008. – 319с.
49. Тимоти Бадд. Объектно-ориентированное программирование в действии. – СПб.: Питер, 1997. –464 с.
50. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб: Питер, 2001. — 368 с.
51. 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.
52. Петренко А.І., Булах Б.В. Прикладне програмування як оркестрування сервісів // ІПСА-КПІ, 2016р., 150 с
53. Стив Макконнелл. Профессиональная разработка программного обеспечения. - М.; Символ-Плюс, 2007. - 240 с.
54. Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. - Сп.Б.; Питер, 2001. - 368 с.
55. Роберт Мартин. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг. - Сп.Б.; Питер, 2010. - 464 с.
56. Алан Купер, Роберт Рейман, Дэвид Кронин. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. - М.; Символ-Плюс, 2009. - 688 с.
57. Петренко А.І. Процессно-ориентированное проектирование программных комплексов как систем сервисов // Системні дослідження і інформаційні технології. - Київ, №4, 2016, с.46-46
58. Ньюмен С. Создание микросервисов – СПб: Питер, 2016.- 304 с.
59. Петренко О.О. Особливості реалізації сервіс-орієнтованих додатків у хмарі // Системні дослідження і інформаційні технології - № 3, 2017. –С.29-42
60. Jürgen Kress. Industrial SOA / Jürgen Kress, Berthold Maier, Hajo Normann, Danilo Schmeidel, Guido Schmutz, Bernd Trops, Clemens Utschig-Utschig, Torsten Winterberg.- Режим доступа: <http://www.oracle.com/technetwork/articles/soa/ind-soa-toc-1934143.html>