

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

В.о. ректора ДНУ



Ольга СОКОЛЕНКО

2021 р.

**«ПОГОДЖЕНО»**

Проректор з наукової роботи

Сергій ОКОВИТИЙ

« 09 »

04

2021 р.

**ПРОГРАМА**

**ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ**

**(третій освітньо-науковий рівень)**

для здобуття ступеня доктора філософії (PhD)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

освітньо-наукова програма Комп'ютерні науки

(на основі освітнього ступеня магістра,

освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста)

Дніпро

2021

Програма вступного іспиту для конкурсного відбору вступників до аспірантури для здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії (PhD) за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології», освітньо-наукова програма «Комп'ютерні науки» (на основі освітнього ступеня магістра або освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста) – Д: ДНУ, 2021. – 9 с.

Розробники:

Долгов Валерій Михайлович, т.в.о. завідувача кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, кандидат фізико-математичних наук, доцент;

Вовк Сергій Михайлович, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

Програма вступного іспиту до аспірантури затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Протокол № 9 від «16» лютого 2021 р.

Т.в.о. зав. кафедри



Долгов В.М.

Схвалено Вченою радою факультету фізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № 34 від «23» лютого 2021 р.

Голова вченої ради



Коваленко О.В.

## МЕТА ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ

Метою вступного іспиту до аспірантури є перевірка рівня теоретичних знань і практичних навичок вступників у галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій, можливостей використання знань й застосування навичок у науковому дослідженні та у практичній діяльності, можливостей творчого опрацювання наукової інформації із застосуванням розуміння міждисциплінарного підходу та можливостей творчого мислення щодо пошуку вирішення існуючих проблем в галузі комп'ютерних наук. У програмі вступного іспиту до аспірантури відображені основні вимоги до підготовки осіб, що вступають до аспірантури за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

### 1. ЗМІСТ ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ

Вступні випробування проводяться за рішенням екзаменаційної комісії за білетами. Для підготовки відповіді використовують екзаменаційні листки, що зберігаються в особовій справі вступника.

З програмами вступних випробувань, переліком питань, порядком проведення вступних випробувань за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, вступники мають змогу ознайомитися на офіційному сайті ДНУ.

Рівень знань вступників оцінюється екзаменаційною комісією за стобальною системою. Результати проведення вступного випробування оформляються протоколом, в якому фіксуються екзаменаційні питання. На кожного вступника ведеться окремий протокол.

Протоколи прийому вступних випробувань після затвердження зберігаються в особовій справі вступника.

Вступний іспит до аспірантури для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» складається з питань за наступними темами (навчальними дисциплінами):

1. Методологія та організація наукових досліджень
2. Програмування та алгоритмічні мови
3. Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів
4. Операційні системи
5. Організація баз даних та знань
6. Технології програмування та створення програмних продуктів
7. Моделювання систем
8. Комп'ютерні мережі
9. Системи штучного інтелекту
10. Системний аналіз та проектування систем обробки інформації. Методи та засоби комп'ютерних інформаційних технологій

## **2. ПИТАННЯ, ЩО ЗАПРОПОНОВАНО ДЛЯ ВСТУПНИКІВ ДО АСПРАНТУРИ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 122 «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ», ОНП «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ» В 2020 Р.**

### **2.1. МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ;**

Наука й наукові дослідження в сучасному світі. Фундаментальні наукові дослідження в ІТ галузі.

Сутність наукової теорії: принцип та категорії. Методи емпіричного дослідження: спостереження, вимірювання, експеримент. Метод як інструмент для вирішення головного завдання науки. Поняття «методологія» та два основних значення. Три рівні загальнонаукових методів дослідження. Методи теоретичного пізнання: формалізацію, аксіоматичний метод, гіпотетико-дедуктивний метод і сходження від абстрактного до конкретного. Загальні методи і прийоми дослідження: аналіз, синтез, абстрагування, ідеалізація, узагальнення, індукція, дедукція. Загально логічні методи і прийоми дослідження: аналогія, моделювання, системний підхід, імовірнісні (статистичні) методи.

### **2.2 ПРОГРАМУВАННЯ ТА АЛГОРИТМІЧНІ МОВИ**

Мови програмування. Прості й складні типи даних та їх організація в пам'яті комп'ютера. Зв'язні списки, черги та деревоподібні моделі даних. Статичні та динамічні структури даних. Подання програми та структура програмного коду. Функціональне програмування. Програмування за подіями (подіє-кероване програмування). Об'єктно-орієнтоване програмування та його парадигми. Класи. Захист компонентів класу. Множинне та поодиноке успадкування. Статичні та динамічні форми поліморфізму. Виключні ситуації у програмних продуктах. Об'єктно-орієнтоване візуальне програмування. Програмування функцій зворотного виклику. Системне програмування. Транслятори. Асемблери. Компілятори. Обробка переривань. Програмування зовнішніх пристроїв. Багатозадачне і багатопотокове програмування. Механізми синхронізації роботи потоків. Механізми доступу до розподілених ресурсів. Механізми стеження за часом. Web-програмування. Програмування мобільних додатків. Програмування на платформі Windows. Програмування на платформі Linux.

### **2.3 КОМП'ЮТЕРНА СХЕМОТЕХНІКА ТА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРІВ**

Цифрова логіка та цифрові системи. Архітектура та характеристики сучасних мікропроцесорів. Базові пристрої пам'яті та способи доступу до пам'яті. Організація системи апаратних переривань. Архітектура машини фон Неймана. Гарвардська архітектура обчислювальної машини. Архітектура сучасного комп'ютера. Зовнішні пристрої та способи керування їх роботою. Машинне представлення даних та інструкцій програмного коду. Формати даних. Формат дійсних чисел за стандартом IEEE754. Арифметико-логічний пристрій. Режими роботи та регістри центрального процесора. Особливості роботи та регістри співпроцесора. Синхронізація роботи центрального процесора та співпроцесора. Режими роботи центрального процесора та способи адресації комірок пам'яті. Кільця захисту та організація захищеного режиму. Мультипроцесорні та альтернативні архітектури. Архітектури розподілених комп'ютерних систем.

## **2.4 ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

Класифікація операційних систем. Режими роботи операційних систем. Планування та диспетчеризація задач. Керування пам'яттю. Захист програмного коду від несанкціонованих дій. Обробка зовнішніх й внутрішніх переривань. Обробка подій. Способи обслуговування зовнішніх пристроїв. Файлові системи. Обмін повідомленнями. Критичні секції та блокування. Віртуальні машини. Операційні системи комп'ютерних мереж. Вбудовані операційні системи. Операційні системи реального часу. Операційна система Windows. Взаємодія потоків в Windows. Операційна система Linux. Синхронізація процесів користувача в Linux.

## **2.5 ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ**

Логічна і фізична структура баз даних. Організація реляційних баз даних. Ідентифікація функціональних відношень. Алгоритми нормалізації відношень. Багатозначні залежності. Створення і модифікація об'єктів баз даних. Основи навігації по базах даних. Сортування, фільтрація, пошук даних в базі даних. Створення програмного забезпечення ведення баз даних у візуальних середовищах СУБД. Побудова звітів в інтегрованих середовищах розробника баз даних. Розподілені бази даних. Хмарні бази даних.

## **2.6 ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ**

Трудомісткість розробки інформаційних систем і технологій. Об'єктно-орієнтований аналіз. Об'єктно-орієнтоване проектування програмного забезпечення. Структурний підхід до розробки програмного забезпечення. Методи тестування програмного продукту. Вимоги до документів на стадії розробки технічного завдання. Принципи та організація візуальних середовищ швидкої розробки програмного забезпечення. CASE-технології. Agile методологія в царині розробки програмних продуктів. Фреймворк Scram.

## **2.7 МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ**

Імітаційне моделювання. Розробка та програмна реалізація імітаційної моделі. Регресійний та кореляційний аналіз експериментальних даних. Перевірка адекватності імітаційної моделі. Синтез математичної моделі за експериментальними даними. Математичні моделі інформаційних процесів.

## **2.8 КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ**

Архітектура комп'ютерних мереж. Логічна та фізична структура комп'ютерних мереж. Базові елементи комп'ютерних мереж. Інфраструктура комп'ютерних мереж. Апаратні засоби комп'ютерних мереж. Топології комп'ютерних мереж. Вибір топології мереж. Стеки міжмережевих протоколів. Протоколи передачі даних в комп'ютерних мережах. Програмні засоби управління передачею даних у комп'ютерній мережі. Маршрутизація пакетів. Глобальні та локальні комп'ютерні мережі. Робота з гіпертекстами. Адміністрування комп'ютерних мереж. Проектування розподілених мережних систем.

## 2.9 СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Проблеми штучного інтелекту. Декларативний та процедурний опис знань. Моделі представлення знань. Фреймова модель представлення знань. Логічна модель представлення знань. Методи представлення знань в експертних системах. Етапи проектування експертних систем. Проектування баз знань. Моделі та методи інтелектуального аналізу даних. Синтез та розпізнавання природної мови. Комп'ютерний зір. Мультиагентні системи.

## 2.10 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Системний аналіз об'єктів і процесів комп'ютеризації на різних стадіях проектування інформаційних технологій. Об'єктно-орієнтований аналіз і декомпозиція складних об'єктів і систем. Етапи проектування програмного забезпечення комп'ютерних інформаційних систем. Оптимізація клієнт-серверних додатків. Людино-машинний інтерфейс. Програмні засоби обробки текстової інформації. Методи криптографії. Програмні засоби обробки графічної інформації. Стеганографія. Безпека програмних платформ. Захист інформації в комп'ютерних мережах. Проектування систем реального часу. Інструментальні засоби проектування інформаційних систем. Програмні засоби обробки зображень. Теорія та методи розпізнавання образів. Моделювання штучних нейронних мереж. Системи управління якістю. Теорія прийняття рішень в задачах контролю та управління.

## 3. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВІДПОВІДЕЙ

Кожна відповідь на питання оцінюється за 100 - бальною шкалою:

**60-63:** бали виставляються вступникові в аспірантуру, який демонструє неадекватне розуміння умов завдання, неправильно вибирає шляхи їх вирішення, володіє тільки початковими знаннями

**64-74:** бали виставляються вступникові в аспірантуру, який демонструє знання в обмеженому обсязі, не знає значної частини програмного матеріалу, основних понять з комп'ютерних наук, допускаю істотні помилки з визначенням взаємовідношень в системі людина-суспільство-комп'ютер, не спроможний виконати і дати оцінку впливу на суспільство та наслідків інформатизації.

**75-81:** бали виставляються вступникові в аспірантуру, який знає лише основний матеріал, але не засвоїв його окремих деталей, допускає недоліки у його практичному застосуванні, відчуває труднощі при інтерпретації окремих складових предметної царини, обмежений в аналізі та узагальненні явищ, користується в відповідях лише матеріалами конспекту лекцій.

**82-89:** бали виставляються вступникові в аспірантуру, який твердо знає програмний матеріал, грамотно і по суті викладає його, не допускає істотних недоліків у відповіді на запитання практичного характеру, здійснює грамотні експертні висновки. В відповідях користується основною літературою, підручниками, посібниками.

**90-100:** балів виставляються вступникові в аспірантуру, який глибоко та міцно засвоїв програмний матеріал, вичерпано, послідовно, грамотно й логічно його викладає, у відповіді якого тісно пов'язується теорія з практикою. При цьому студент не зазнає труднощів з відповіддю на питання прикладного характеру, правильно використовує існуючу

законодавчу та нормативну базу, попит міжнародних та національних ІТ організацій, показує обізнаність з монографічною літературою та інформаційними джерелами в обраній галузі .

При остаточній оцінці результатів виконання завдання враховується здатність фахівця:

- застосувати правила, закони, методи, принципи комп'ютерних наук у конкретних ситуаціях;
- аналізувати і оцінювати факти, події у галузі інформаційних технологій;
- викладати матеріали логічно, послідовно з демонстрацією інформаційного світогляду та інформаційної культури.

#### 4. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комлацкий, Логинов, Комлацкий: Планирование и организация научных исследований. Учебное пособие : Феникс, 2014.
2. Основы научных исследований / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н.В. Злобина и др. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 272 с.
3. Основы исследовательской деятельности: уч. пособие / С.А. Петрова, И.А. Ясинская. М.: ФОРУМ, 2010. – 208 с.
4. Кожухар В.М. Основы научных исследований: учебное пособие / В.М. Кожухар. - М. Издательско-торговая корпорация «Дашков и К». 2010. – 2016 с.
5. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 1. Основные алгоритмы = The Art of Computer Programming. Volume 1. Fundamental Algorithms / под ред. С. Г. Тригуб (гл. 1), Ю. Г. Гордиенко (гл. 2) и И. В. Красикова (разд. 2.5 и 2.6). — 3. — Москва: Вильямс, 2002. — Т. 1. — 720 с. — ISBN 5-8459-0080-8.
6. Кнут Д. Э. Искусство программирования, том 1, выпуск 1. MMIX — RISC-компьютеры нового тысячелетия = The Art of Computer Programming, Volume 1, Fascicle 1: MMIX — A RISC Computer for the New Millennium. — М.: «Вильямс», 2007. — 160 с. — ISBN 978-5-8459-1163-6.
7. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 2. Получисленные алгоритмы = The Art of Computer Programming. Volume 2. Seminumerical Algorithms / под ред. Л. Ф. Козаченко (гл. 3, разд. 4.6.4 и 4.7), В. Т. Тertyshno (гл. 4) и И. В. Красикова (разд. 4.6). — 3. — Москва: Вильямс, 2001. — Т. 2. — 832 с. — ISBN 5-8459-0081-6.
8. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск = The Art of Computer Programming. Volume 3. Sorting and Searching / под ред. В. Т. Тertyshno (гл. 5) и И. В. Красикова (гл. 6). — 2-е изд. — Москва: Вильямс, 2007. — Т. 3. — 832 с. — ISBN 5-8459-0082-1.
9. Кнут Д. Э. Искусство программирования, том 4, А. Комбинаторные алгоритмы, часть 1 = The Art of Computer Programming, Volume 4A: Combinatorial Algorithms, Part 1 / под ред. Ю. В. Козаченко. — 1. — Москва: Вильямс, 2013. — Т. 4. — 960 с. — ISBN 978-5-8459-1744-7.
10. Орлов С.А. Теория и практика языков программирования, СПб- Питер 2017, -688с. ISBN: 978-5-4461-0491-8
11. Мейерс Скотт Объектно-ориентированный язык программирования, ДМК Пресс, 2016,- 300 с.
12. Страуструп Бьярне Принципы и практика использования C++, Диалектика-Вильямс, 2011,- 1223с.
13. Стивен Прата. Язык программирования C++. Лекции и упражнения: Пер. с англ. – М:

- ООО «И.Д. Вильямс», 2012. – 1248 с.
14. Виллемер А. «Программирование на C++», Эксмо, 2013,-527 с., ISBN: 978-5-699-65451-2
  15. Джонсон Р. «Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования», СПб-Питер, 2015,-368 с. ISBN: 978-5-496-00389-6, 0-201-63361-2
  16. Роберт Мартин Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг, Питер, 2012,-464 с., ISBN 978-5-459-00858-6#978-0132350884
  17. Кэти Сьерра и Берт Бейтс "Изучаем Java" ...
  18. Джошуа Блох Характеристики Java: эффективное программирование, Диалектика, 2020,- ISBN 978-617-7812-34-9
  19. Шилдт, Герберт Java 8. Руководство для начинающих / Герберт Шилдт. - М.: Вильямс, 2015. - 720 с.
  20. Бабич Н.П., Жуков И.А., Компьютерная схемотехника. Методы построения и проектирования,- МК-Пресс,-676 с., ISBN: 966-96415-2-7
  21. Сергеев С.Л. Архитектуры вычислительных систем Учебник,БХВ-Петербург.- 2010, 240 с.
  22. Жмакин А.П. Архитектура ЭВМ Учеб. пос. БХВ-Петербург,-2010,352 с.
  23. Эви Немет. Гарт Снайдер, Бэн Уэйли, Трент Хейн. Дэн Макин  
Характеристики Unix и Linux. Руководство системного администратора.  
Диалектика, 2020,-736 с
  24. Виталий Леонтьев Windows 10. Новейший самоучитель. 4-е издание ,Форс,-2019,-384с. ISBN 978-966-993-054-5
  25. Вовк С.М., Єгоров А.О., Соколова Н.О. Робота з процесами та потоками в операційних системах: навч.посібник. - Д.: Ліра, 2015. 128 с.
  26. Соколова Н.О., Вовк С.М., Єгоров А.О. Синхронізація потоків в операційних системах: навч.посібник.- Д.: Ліра, 2015. - 96с.
  27. Соколова Н.О., Вовк С.М., Єгоров А.О. Синхронізація потоків в операційних системах: навч.посібник.- Д.: Ліра, 2015. - 96с.
  28. Джен Харрингтон Проектирование реляционных баз данных, Лори,-2016, 230 с. ISBN 978-5-85582-401-8
  29. Дейт К.Введение в системы баз данных, Диалектика, -,2016, 1328 с., ISBN 978-5-907144-17-0
  30. Мартин Грабер Характеристики SQL Лори,-2016, 643 с., ISBN 978-5-85582-330-1
  31. Грофф Джеймс Р, Вайнберг Пол Н., Оппель Эндрю Дж., SQL. Полное руководство, Вильямс,-2015, 960 с., ISBN 978-5-8459-1654-9
  32. Гайдаржи В., Изварин И. Характеристики баз даних в інформаційних системах, Университет "Украина",-2018, 418 с., ISBN 978-966-388-569-8
  33. Орлов С.А. Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения, Питер,-2012, 640 с., ISBN: 978-5-496-01917-0
  34. Гниденко И.Г. Технология разработки программного обеспечения. Учебное пособие для СПО, ЮРАЙТ, -2016, 235с. ISBN:978-5-534-05047-9
  35. Грин Дж..., Стеллман Э. Постигаая AgileM.. Ценности, принципы, методологии М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017 -448 с., ISBN 978-5-00100-614-5
  36. Сазерленд, Джефф Scrum. Революционный метод управления проектами / пер. с англ. М. Гескиной — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. — 288 с. ISBN 978-5-00057-722-6
  37. Книберг Х. . Скарин М. Kanban и Scrum: выжимаем максимум, С4Media, Издательство InfoQ.com. -2010, Каталог изданий Библиотеки Конгресса США ISBN: 978-0-557-13832-6

38. Петров Александр Васильевич Моделирование процессов и систем. Учебное пособие, Лань, 2015,-288с., ISBN 978-5-8114-1886-2
39. Каталевский, Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие: 2-е изд., перераб. и доп. / М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с., ил. ISBN 978-5-7749-1072-4
40. Девятков, В.В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: монография / В.В. Девятков – М.: Вузовский учебник.: ИНФРА-М, 2013. – 448 с.
41. Кобелев, Н.Б. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков – М.: Инфра-М., Курс, 2012. – 369 с.
42. Кобелев, Н.Б. Имитационное моделирование объектов с хаотическими факторами. Учебное пособие. – М.: ИНФА-М, 2016.
43. В. Олифер, Н. Олифер Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд. ISBN 978-5-496-01967-5.
44. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Т18 Компьютерные сети. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2012. — 960 с.: ил.
45. Куроуз Д., Росс К. Компьютерные сети. Нисходящий подход К. 6-е изд. - М.: 2016. — 912с.
46. Сергеев А.Н. Основы локальных компьютерных сетей. Учебное пособие, Лань, 2016,-184с..ISBN 978-5-8114-2185-5
47. Робачевский А. Интернет изнутри. Экосистема глобальной сети, Альпина Паблишер, 2017,-224 с., ISBN 978-5-9614-4803-0, 978-5-9614-5882-4
48. Искусственный интеллект и принятие решений. Выпуск №2, 2015 Журнал РАН "Информационные технологии и вычислительные системы", ЛЕНАНД,-92 с., ISBN 978-5-9710-2386-9
49. Саймон Хайкин Нейронные сети: полный курс, Диалектика-Вильямс,-2019, 1103 с., ISBN 978-5-907144-22-4
50. Роберт Каллан Нейронные сети. Краткий справочник Диалектика / Вильямс, 2016, 288 с., ISBN:978-5-8459-2131-4
51. Павел Шрайер: Основы программирования на языке Пролог. Курс лекций. Учебное пособие , Бином. Лаборатория знаний, 2017,-176 с., ISBN 5-9556-0034-5
52. Братко И. Язык PROLOG (Пролог): алгоритмы искусственного интеллекта, Вильямс.2015. -649 с.. ISBN 5-8459-0664-4, 0-201-40375-7
53. Станкевич Л.А. Интеллектуальные системы и технологии. Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры, ЮРАЙТ,-2016, 397 с., ISBN:978-5-9916-7575-8
54. 54.Болотова Л.С. Системы поддержки принятия решений в 2-х частях, ЮРАЙТ,-2016, 257с., ISBN:978-5-9916-8250-3
55. Бабуров С., Переломов В., Самойлов А и др Системный анализ. Учебник и практикум для академического бакалавриата, ЮРАЙТ, 2016,-270 с., ISBN:978-5-9916-8591-7
56. Новосельцев В.И., Тарасов Б. В. Теоретические основы системного анализа, Майор, 2013, -513 с., ISBN 978-5-98551-206-9
57. Мерков А.Б Распознавание образов. Построение и обучение вероятностных моделей, ЛЕНАНД, 2016,-240 с., ISBN:978-5-9710-6871-6
58. Таха Хэмди А. Исследование операций, Диалектика / Вильямс, 2016,-1056 с., ISBN:978-5-6040043-2-6
59. Болотский, А.В. Математическое программирование и теория игр : учебное пособие / А.В. Болотский. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 116 с
60. Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір: навч. посіб. - Д.: Ліра, 2016. - 148 с.