

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ МАШИН І СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО
рішенням вченої ради
ІПММС НАН України
від 28 травня 2026 р.,
протокол № 7

ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ

до аспірантури ІПММС НАН УКРАЇНИ
зі спеціальності ФЗ «Комп'ютерні науки»
на здобуття ступеня доктора філософії

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ F - ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»

Київ 2026

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Прізвище, ім'я, по батькові	Найменування посади
БЄГУН Василь Васильович	завідувач науково-дослідного відділу «Інтегрованих автоматизованих систем спеціального призначення», д.т.н., доцент
ВИШНЕВСЬКИЙ Віталій В'ячеславович	провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії «Медичної та біологічної інформатики», к.т.н., с.н.с.
ГУЛАК Геннадій Миколайович	провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу «Інтелектуальних інформаційно-аналітичних систем», д.т.н., професор
ІЄВЛЄВ Микола Георгійович	учений секретар ІПММС НАН України, к.т.н., с.н.с.
КОВАЛЕЦЬ Іван Васильович	завідувач науково-дослідного відділу «Інформатики навколишнього середовища та моделювання атмосферних процесів», д.т.н., с.н.с.
ЛИТВИНОВ Валерій Андроникович	провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу «Теорії та практики систем обробки та відображення візуальної інформації», д.т.н., професор
МАДЕРИЧ Володимир Станіславович	головний науковий співробітник науково-дослідного відділу «Математичного моделювання морських і річкових систем», д.ф.-м.н., професор
ФЕДУХІН Олександр Вікторович	завідувач науково-дослідної лабораторії «Гарантоздатних комп'ютерних систем для критичних технологій та структур», д.т.н., с.н.с.

Гарант освітньо-наукової програми, в.о. директора ІПММС НАН України, д.ф.-м.н., професор **КЛИМЕНКО** Віталій Петрович.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії зі спеціальності F3 – Комп'ютерні науки проводиться для тих вступників, які мають ступінь магістра (диплом освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст»).

Спеціальність охоплює теоретичні й методологічні основи та інструментальні засоби створення і використання інформаційних технологій у різних галузях людської діяльності; розроблення критеріїв оцінювання і методів забезпечення якості, надійності, відмовостійкості, живучості інформаційних технологій і систем, а також принципів оптимізації та моделей і методів прийняття рішень за умов невизначеності при створенні автоматизованих систем різноманітного призначення; дослідження закономірностей побудови інформаційних комунікацій та розроблення теоретичних і прикладних засад побудови і впровадження інтелектуальних інформаційних технологій для створення новітніх систем накопичування, переробки, збереження інформації та систем управління.

Проведення вступного іспиту має виявити достатність рівня вступника в галузі, обраної для вступу за спеціальністю.

Вступний іспит зі спеціальності проводиться у формі усного екзамену.

1. ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДґРУНТЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1. Предмет і предметна область системного аналізу. Системні процедури і методи. Основні поняття системного аналізу. Ознаки системи. Типи топології систем. Етапи системного аналізу.

1.2. Типи і класи систем. Поняття великої і складної системи. Типи складності. Функціонування і розвиток (еволюція) систем. Саморозвиток систем. Управління системою (у системі). Проблеми управління системою (у системі), схема, цілі, функції і завдання управління системою. Поняття і типи стійкості системи.

1.3. Інформаційні системи та їх типи. Життєвий цикл проектування інформаційної системи. Аксиоми інформаційних систем. Методи синтезу алгебраїчних моделей систем. Елементарні функції. Метод найменших квадратів. Лінійні регресії. Нелінійні регресії.

1.4. Поняття «інформація». Типи і класи інформації. Методи і процедури актуалізації інформації. Система передачі інформації. Ентропія системи.

Основні визначення кількості інформації. Міри складності й невизначеності. Інформаційні методи синтезу моделей систем.

1.5. Основні положення теорії моделювання. Принципи системного підходу при моделюванні. Визначення поняття «модель». Вимоги до моделі. Системні типи і властивості моделей. Життєвий цикл моделювання модельованої системи.

1.6. Математичне і комп'ютерне моделювання. Обчислювальний експеримент. Операції моделювання. Еволюційне моделювання систем. Теорії прийняття рішень. Ситуативне моделювання.

1.7. Класифікація видів моделювання і моделей об'єктів керування. Ігрові моделі, моделі теорії черг, моделі керування запасами, моделі Леонтьєва та Форрестора, лінійні моделі.

1.8. Формалізація й алгоритмізація процесу моделювання. Основні етапи моделювання. Постановка завдання і визначення типу моделі. Побудова математичної, алгоритмічної та програмної моделей досліджуваної системи.

1.9. Обґрунтування коректності моделей. Основні поняття теорії подоби й верифікації моделей. Оцінка адекватності й точності моделей. Процеси, що регенерують, їхнє застосування для оцінок точності результатів моделювання.

1.10. Мережеві моделі об'єктів комп'ютеризації (мережі Петрі, семантичні мережі, фрейми, нейроподібні мережі).

1.11. Основи імітаційного моделювання. Поняття імітаційної моделі. Структура імітаційної моделі, алгоритм процесу імітації. Етапи імітаційного моделювання. Метод статистичних випробувань (Монте-Карло). Оцінка точності та необхідної кількості реалізацій.

1.12. Елементи теорії ймовірностей. Основні поняття теорії ймовірностей. Граничні теореми теорії ймовірностей. Основні поняття теорії випадкових функцій. Стаціонарні випадкові функції. Застосування обчислювальних машин для дослідження випадкових величин і процесів.

1.13. Теорія інформації і кодування. Сигнал. Його моделі й основні властивості. Кількість інформації та ентропія повідомлення. Передача повідомлень по каналу зв'язку. Теорія кодування.

1.14. Математичні основи методів оптимізації. Загальні відомості про методи оптимізації. Методи класичного варіаційного числення. Принцип максимуму Л.С. Понтрягіна. Динамічне програмування. Оптимізація дискретних процесів керування. Лінійне програмування. Нелінійне програмування.

1.15. Методи синтезу алгебраїчних моделей інформаційних систем. Елементарні функції. Метод найменших квадратів. Лінійні регресії. Нелінійні регресії. Регресійні моделі на основі методу групового обліку аргументів

(МГУА). Алгебра матриць. Основні визначення, операції над матрицями. Визначники. Алгебраїчні рівняння. Системи лінійних рівнянь. Методи рішення.

1.16. Методи синтезу ймовірнісних моделей інформаційних систем. Ряд розподілу випадкової величини, його параметри й оцінки. Системи випадкових величин і їхні характеристики. Оцінки вірогідності розходження середніх значень випадкових величин. Теоретичні розподіли безперервних випадкових величин.

1.17. Методи синтезу динамічних моделей інформаційних систем. Можливості диференціальних рівнянь як апарата моделювання. Лінійні диференціальні рівняння першого і другого порядків із постійними коефіцієнтами. Загальний вид рішення. Диференціальне рівняння n -го порядку. Система лінійних диференціальних рівнянь першого порядку. Нелінійні диференціальні рівняння. Загальні поняття.

1.18. Інформаційні методи синтезу моделей виробничих і невиробничих систем. Система передачі інформації. Складні системи зв'язку. Ентропія системи. Основні визначення кількості інформації. Міри складності і невизначеності. Абсолютна і відносна організація.

2. СИСТЕМОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Технічне забезпечення ІТ

2.1.1. Поняття, принципи організації багатопроцесорних і багатомашинних обчислювальних систем і комплексів. Методи й засоби організації багатопроцесорних і багатомашинних обчислювальних комплексів на основі ЕОМ загального призначення. Типи структур багатопроцесорних ОС, орієнтованих на досягнення надвисокої продуктивності та надійності.

2.1.2. Глобальні мережі ЕОМ і засоби телекомунікації. Методи і засоби транспортування даних. Серверні групи. Роутерські групи. Локальні робочі місця. Віддалені робочі місця. Провайдери й вузли переробки інформації. Протокол ТСП/ІР. Протокол Х25. Електронна пошта. Інтранет. Інтернет.

2.1.3. Локальні обчислювальні мережі і їх топологія. Основні поняття. Особливості організації передачі інформації в локальних мережах. Приклади локальних мереж. Корпоративні мережі.

2.1.4. Принципи передачі інформації по мережі. Призначення і типи інформаційних пакетів. Структура пакетів. Можливості мережевих адаптерів і проміжних мережевих пристроїв.

2.1.5. Комутація. Інформаційні потоки, комутатор, завдання маршрутизації. Комутація пакетів, каналів і повідомлень. Пропускна спроможність мереж із комутацією пакетів та каналів (формула Шеннона).

2.1.6. Багатошарова модель мережі: клієнти, сервери, однорангові вузли. Мережі з виділеним сервером, однорангові і гібридні мережі. Мережеві служби й операційна система.

2.1.7. Пристрої, що входять до складу персонального комп'ютера. Функції, принципи їх організації, принципи обміну даними між ними.

2.1.8. Тенденції та перспективи розвитку технічного забезпечення інформаційних технологій.

2.2. Інформаційне забезпечення ІТ

2.2.1. Класифікація інформації. Поняття і основні вимоги до системи кодування інформації. Внутрішньо-машинне і зовнішньо-машинне інформаційне забезпечення. Інформаційна база і способи її організації.

2.2.2. Місце та роль баз даних (БД) і бази знань (БЗ) в інформаційних системах. Основні етапи створення БД і БЗ. Взаємодія й розподіл праці користувача (експерта), системотехніка й програміста. Концептуальні й технологічні особливості БД і БЗ. Умови застосування.

2.2.3. Предметні області для побудови БД. Сутність і мета аналізу предметних областей. Етапи проектування БД. Концептуальний, внутрішній і зовнішній рівні подання інформації в БД. Концептуальні моделі БД. Вибір методів організації логічної й фізичної структур БД і стратегії інформаційного пошуку.

2.2.4. Системи керування базами даних (СУБД). Вибір СУБД. Архітектура і функції СУБД. Модель даних. Порівняння реляційної, ієрархічної і мережевої моделей даних.

2.2.5. Поняття таблиць, поглядів, тригерів, констрейнтів у реляційній базі даних. Призначення і методи використання.

2.2.6. Моделювання даних. Рівні відображення моделі. Створення логічної моделі даних: рівні логічної моделі; суть і атрибути; зв'язки; типи суті й ієрархія спадкоємства; ключі, нормалізація даних; домени.

2.2.7. Елементи теорії реляційних баз даних: функціональні залежності і декомпозиція без втрат. Проектування реляційних баз даних на основі принципів нормалізації. Нормальна форма Бойса-Кодда. Багатозначна залежність і залежність проекції/з'єднання. Діаграма семантичної моделі «Суть-зв'язок». ER-діаграми. Типи даних, допустимі в мові SQL і SQL-орієнтованих базах даних.

2.2.8. SQL-мова даних реляційної СУБД (характеристика). Порівняльний аналіз мов SQL сучасних СУБД.

2.2.9. Механізм авторизації доступу до об'єктів SQL. Поняття ідентифікатора користувача, імені ролі та привілею доступу. Транзакції й основні мовні засоби, що впливають на поведінку транзакцій. Засоби управління підключенням до сервера баз даних. Дескриптори оточення, з'єднання і оператора. Механізм виконання SQL-операторів. Механізми вибірки даних. Параметричні запити.

2.2.10. Механізми управління курсору. Реалізація блокувань рядків, виконання операцій над набором рядків. Блокова вибірка даних. Іменовані курсори.

2.2.11. Поняття архітектури "клієнт-сервер", розподілені БД. Інтегровані середовища проектування й експлуатації БД (приклад). Проектування інформаційного забезпечення на основі використання локальних і розподілених баз даних.

2.2.12. Подання знань. Семантичні мережі. Фреймові моделі. Логічні моделі знань. Системи логічного виведення. Технології правдоподібного логічного виводу. Технології індуктивного вводу й виводу за аналогією.

2.2.13. Технологія добування даних, методи виявлення знань. Корпоративні інформаційні сховища. Онтологія баз знань.

2.2.14. Поняття Data Mining. Поняття: дані об'єкт і атрибут, вибірка, залежна і незалежна змінні. Типи шкал. Методи і стадії Data Mining. Завдання Data Mining. Інформація і знання. Процес Data Mining. Початкові етапи. Очищення даних. Побудова і використання моделі. Організаційні і людські чинники в Data Mining. Стандарти Data Mining. Ринок інструментів Data Mining.

2.2.15. Методи кластерного аналізу. Ієрархічні методи. Ітеративні методи. Завдання пошуку асоціативних правил. Способи візуального представлення даних. Методи візуалізації. Інформаційні системи СППР, їх типи і компоненти. Основні ідеї OLAP-технології. Архітектура OLAP-серверів.

2.3. Програмне забезпечення ІТ

2.3.1. Поняття програмного забезпечення ІТ. Загальносистемне програмне забезпечення системи, керування базами даних, мережеве і прикладне програмне забезпечення, засоби розробки додатків.

2.3.2. Операційні системи: призначення, виконувані функції. Характеристики відомих операційних систем.

2.3.3. Еволюція мов і підходів до програмування, класифікація мов та підходів до програмування.

- 2.3.4. Принципи об'єктно-орієнтованого програмування.
- 2.3.5. Принципи WEB- програмування.
- 2.3.6. Принцип успадкування і поліморфізму в сучасних мовах програмування.
- 2.3.7. Принцип інкапсуляції в сучасних мовах програмування.
- 2.3.8. Абстракції даних у сучасних мовах програмування.
- 2.3.9. Порівняльна характеристика типів даних в сучасних мовах програмування.
- 2.3.10. Засоби структурування програм в сучасних мовах програмування.
- 2.3.11. Засоби управління в сучасних мовах програмування.
- 2.3.12. Методи тестування програм і програмних систем.
- 2.3.13. Загальні відомості щодо СУБД ORACLE, INFORMIX, SYBASE. Технологічний і програмний інтерфейс СУБД.
- 2.3.14. Стандартизація інтерфейсу прикладного програміста. Призначення ODBC і його архітектура.
- 2.3.15. SQL-міжнародний стандарт реляційних баз даних, оператори визначення і маніпулювання даними.
- 2.3.16. Мережеве програмне забезпечення, характеристики мережевого програмного забезпечення з використанням протоколу TCP/IP.
- 2.3.17. Зв'язок неоднорідних мереж ЕОМ. Програмне забезпечення для роботи в мережі ІНТЕРНЕТ.
- 2.3.18. Компілятори і інтерпретатори. Рекурсивні програми.
- 2.3.19. Прикладне програмне забезпечення і напрям його розвитку.

2.4. Основи безпеки даних

- 2.4.1. Поняття інформаційної безпеки (ІБ) і її складові. Об'єктно-орієнтований підхід для ІБ. Найбільш поширені погрози. Законодавчий рівень ІБ. Стандарти і специфікації в області ІБ. Адміністративний рівень ІБ. Управління ризиками. Процедурний рівень ІБ.
- 2.4.2. Програмно-технічні заходи ІБ. Ідентифікація і аутентифікація, управління доступом. Протоколювання, аудит і криптографічні методи захисту. Екранування і аналіз захищеності.
- 2.4.3. Засоби підтримки високої доступності: забезпечення відмовостійкості (нейтралізація відмов, живучість) і забезпечення безпечного та швидкого відновлення після відмов (обслуговуваність). Тунелювання і управління.
- 2.4.4. Атаки, вразливості, політика безпеки, механізми і сервіси безпеки. Класифікація атак.

2.4.5. Механізми захисту операційних систем. Контроль доступу до даних. Матрична модель доступу. Багаторівнева модель доступу. Захист в операційних системах UNIX і WINDOWS.

2.4.6. Механізми захисту баз даних. Управління доступом та цілісністю. Управління транзакціями. Ідентифікація і встановлення цілісності. Перевірка повноважень. Реєстрація звернень. Реакція на несанкціоновані дії.

2.4.7. Алгоритми обміну ключів і протоколи аутентифікації. Інфраструктура відкритого ключа: сертифікат відкритого ключа, що засвідчує сертифікаційний центр, кінцевий учасник, реєстраційний центр, CRL, політика сертифіката, регламент сертифікаційної практики, перевіряюча сторона, репозиторій.

2.4.8. Криптографічні методи та засоби захисту даних. Модель К. Шеннона. Основні методи шифрування. Симетричні та асиметричні алгоритми шифрування.

2.4.9. Криптографія з відкритим ключем. Шифрування, створення і перевірка цифрового підпису, обмін ключа. Цифрові підписи.

2.4.10. Захист інформаційних ресурсів в Internet. Програмні екрани і брандмауери.

2.4.11. Антивірусний захист.

3. ОЦІНКА РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ВСТУПНИКІВ

3.1. Результати вступного іспиту оцінюють за шкалою оцінювання, яка приведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Оцінка	Бали	
Атестований з оцінкою "відмінно"	90-100	A
Атестований з оцінкою "добре"	82-89	B
	75-81	C
Атестований з оцінкою "задовільно"	67-74	D
	60-66	E
Не атестований з оцінкою "незадовільно з можливістю повторного складання "	35-59	FX
Не атестований з оцінкою "незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу"	1-34	F

4. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

4.1 Андон Ф.И., Дорошенко А.Е., Цейтлин Г.Е., Яценко Е.А. Алгебро-алгоритмические модели и методы параллельного программирования. К.: Академперіодика, 2007.

4.2 Андон П.І., Ігнатенко О.П. Атаки на відмову в мережі Інтернет: опис проблеми та підходів щодо її вирішення. К., 2008.

4.3 Андон Ф.И., Коваль Г.И., Коротун Т.М., Лаврищева Е.М., Суслов В.Ю. Основы инженерии качества программных систем. 2-е изд., перераб. и доп. К.: Академперіодика, 2007. 679 с.

4.4 Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Нейронные сети в системах автоматизации. К.: “Техніка“, 1999. 364 с.

4.5 Азарсков В.Н., Стрельников В.П. Надежность систем управления и автоматики: Учеб. пособие. К.: НАУ, 2004. 164 с.

4.6 Бегун В.В., Горбунов О.В., Каденко І.М., Письменний Е.М., та ін. Імовірнісний аналіз безпеки ВСТО. Київ, 2000. 364 с.

4.7 Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. Киев: Диалектика, 1992.

4.8 Горбенко Ю.Д. Побудування та аналіз систем, протоколів і засобів криптографічного захисту інформації: монографія/ За заг. ред. д.т.н., професора Горбенка І.Д. Харків: Вид. «Форт», 2015.

4.9 Гулак Г.М., Мухачов В.А., Хорошко В.О., Яремчук Ю.Є. Основы криптографічного захисту інформації: підручник. В.: ВНТУ. 2011.

4.10 Гулак Г.М., Жильцов О.Б., Киричок Р.В., Коршун Н.В. Інформаційна та кібернетична безпека підприємства: підручник, Київ: Вод-во КУБГ, 2023.

4.11 Голев Д.В. Інформаційна безпека інформаційно – комунікаційних систем. Навч. Посібник / Г. Кононовича. / Д.В. Голев, О.Ю. Русляченко, Ю.В. Белова, Д.С. Гончарук . Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2014. 184 с

4.12 Гладун В.П.. Планирование решений. Киев. Наукова думка. 1987. 168 с.

4.13 Дейнека В.С. Оптимальное управление неоднородными распределенными системами / Василий Степанович Дейнека, Иван Васильевич Сергиенко. К.: Наукова думка, 2003. 505 с.

4.14 Дорошенко А.Е. Математические модели и методы организации высокопроизводительных параллельных вычислений. Алгебраический подход / Анатолий Ефимович Дорошенко. К.:Наукова думка, 2000. 177 с.

4.15 Довгялло А.М. Диалог пользователя и ЭВМ. Основы проектирования и реализации. Киев: Наукова думка, 1981.

4.16 Електронний парламент України: досвід створення. Наукове видання /[Баран Л.Б., Вишневський В.В., Гуляєв К.Д., Морозов А.О. та інші] за заг. ред. С.О. Довгого. К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2015. 452 с.

4.17 Енциклопедія кібернетики / Гол. ред. Глушков В. М./ Енциклопедія; у 2 т.]. Київ: Головна редакція УРЕ АН УРСР. 596 с. (I том). 590 с. (II том).

- 4.18 Згуровський М.З. Численное моделирование распространения загрязнений в окружающей среде / М.З. Згуровский, В.В. Скопецкий, В.К. Хрущ, Н.Н. Беляев. Киев: Наукова думка, 1997. 368 с.
- 4.19 Зайченко Ю.П. Исследование операций. Киев: Вища школа, 1986. 375 с.
- 4.20 Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. Киев: Наукова думка, 2013. 406 с.
- 4.21 Ірина Бородкіна, Георгій Бородкин. Інженерія програмного забезпечення. Посібник для студентів вищих навчальних закладів. Видавництво Центр навчальної літератури. 2018. 204 с.
- 4.22 Кокорева Л.В., Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л. Диалоговые системы и представление знаний. Киев: Наукова думка, 1993.
- 4.23 Лаврішчева К.М., Нікітченко М.С., Омельчук Л.Л.. Технологія програмування інформаційних систем. Підручник (гриф МОН України). Киев: ВПЦ "Київський університет", 2015. 367 с.
- 4.24 Линейное и нелинейное программирование. Киев: Вища школа, 1975.
- 4.25 Марченко О.О., Россада Т.В. Актуальні проблеми Data Mining: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. Київ, 2017. 150 с.
- 4.26 Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник]. Львів, «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
- 4.27 Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів, «Магнолія 2006», 2014. 312 с.
- 4.28 Морозов А.О. та ін. Ситуаційні центри (теорія і практика) / під ред. Морозова А.О., Кузьменко Г.Є., Литвинова В.А. К.: Интертехнодрук, 2009. 346 с.
- 4.29 Морозов А.О., Ященко В.А. Ситуационные центры. Информационные технологии будущего (Новая информационная технология). Киев: СП «Интертехнодрук», 2008. 332 с.
- 4.30 Морозов А.О., Клименко В.П., Різник О.М., Литвинов В.В. та ін. Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні: кол. монографія. К.: Наукова думка, 2010. 1008 с.
- 4.31 М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко Штучні нейронні мережі: Обчислення / -Ін-т Математики НАН України. Київ. 2004. 407 с.
- 4.32 Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Ред. Н.М. Амосов. Киев: Наукова думка, 1991. 269 с.
- 4.33 Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник. Львів: ЛьвДУВС, 2017.
- 4.34 Перцептроны – система распознавания образов / ред. А.Г. Ивахненко. Киев: Наукова Думка, 1975.
- 4.35 Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. Киев: Наукова думка, 1992.
- 4.36 Плєскач В.Л., Ю.В.Рогущина, Н.П.Кустова. Інформаційні технології та системи. К.: «КНИГА», 2004. 520 с.

- 4.37 Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. К.: Наукова думка, 1988.
- 4.38 Стрельников В.П., Федухин А.В. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем. Киев: Логос, 2002. 486 с.
- 4.39 Системы компьютерной алгебры семейства АНАЛИТИК. Теория, реализация, применение / Под ред. А.А. Морозова, В.П. Клименко, А.Л. Ляхова. Киев: ООО «НПП «Интерсервис», 2010. 764 с.
- 4.40 Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб./ О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабалюк. К: НТУУ «КПІ», 2014.
- 4.41 Технологія створення програмних продуктів [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» денної та заочної форми навч. / уклад. В.А. Литвинов, М.В. Гладка, О.А. Хлобистова. К. : НУХТ, 2014. 86 с. Режим доступу: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/51.17A.pdf>
- 4.42 Шлеер С., Мелор С. Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях. К.: Диалектика, 1993.
- 4.43 Wendo Mao. Modern Cryptography: Theory and Practice. Pearson P T R; 1st edition. 2003.