

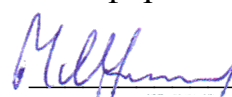
# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

Кафедра інформаційних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор

Інституту комп'ютерних наук  
та інформаційних технологій

 проф. М. О. Медиковський

" 30 " березня 2021р.

## ПРОГРАМА КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

<b>РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	Перший (бакалаврський) рівень
<b>СТУПІНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	Бакалавр
<b>ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ</b>	12 – Інформаційні технології
<b>СПЕЦІАЛЬНІСТЬ</b>	124 – Системний аналіз

Розглянуто та затверджено  
на засіданні Науково-методичної  
ради ІКНІ  
від " 26 " березня 2021 року  
Протокол № 7 – 2020/2021

Львів 2021

# ПРОГРАМА КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

для здобувачів освітньо-професійної програми «Системний аналіз»  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності 124 Системний аналіз

## І. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Атестація здобувачів вищої освіти здійснюється у відповідності до Закону України "Про вищу освіту" від 01.07.2014 р. № 1556-VII, Закону України від 05.09.2017 р. «Про освіту».

Атестація – це встановлення відповідності результатів навчання (наукової або творчої роботи) здобувачів вищої освіти вимогам освітньої (наукової, освітньо-творчої) програми та/або вимогам програми єдиного державного кваліфікаційного іспиту.

Атестація осіб, які здобувають ступінь молодшого бакалавра, бакалавра чи магістра, здійснюється екзаменаційною комісією (ЕК), до складу якої можуть включатися представники роботодавців та їх об'єднань, відповідно до положення про екзаменаційну комісію, затвердженого вченою радою закладу вищої освіти (наукової установи).

Заклад вищої освіти на підставі рішення екзаменаційної комісії присуджує особі, яка успішно виконала освітню програму на певному рівні вищої освіти, відповідний ступінь вищої освіти та присвоює відповідну кваліфікацію.

Основним нормативним документом, що регламентує організацію та проведення освітньої діяльності в Національному університеті «Львівська політехніка» є Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Львівська політехніка». Атестацію студента здійснює екзаменаційна комісія після завершення його теоретичного та практичного навчання на певному освітньому (освітньо-кваліфікаційному) рівні для встановлення фактичної відповідності рівня підготовки вимогам державних стандартів вищої освіти. Порядок атестації студента регламентує Положення про атестацію здобувачів вищої освіти та роботу екзаменаційної комісії Національного університету «Львівська політехніка» (<https://lpnu.ua/sites/default/files/2020/pages/2032/svo-0313-pro-atestaciyu-zdobuvachiv-vischoi-osviti-ta-robotu-ekzamenaciynikh-komisiy.pdf>).

Формою атестації здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 124 Системний аналіз є кваліфікаційний екзамен. Кваліфікаційний екзамен має передбачати оцінювання обов'язкових результатів навчання, визначених освітньо-професійною програмою «Системний аналіз» та Стандартом вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня, галузь знань — 12 Інформаційні технології, спеціальність — 124 Системний аналіз.

На кваліфікаційний екзамен виносяться обов'язкові результати навчання таких освітніх компонентів:

- „Дискретна математика”;
- „Методи обчислень”;
- „Методи оптимізації та дослідження операцій”;
- „Алгоритмізація та програмування”;

- „Об’єктно-орієнтоване програмування”;
- „Методології системного аналізу”;
- „Організація баз даних та знань”;
- „Комп’ютерні мережі ”;
- „Проектування інформаційних систем”;
- „Управління ІТ проектами”;
- „Машинне навчання”.

До атестації допускаються студенти, які успішно виконали всі вимоги навчального плану зі спеціальності 124 Системний аналіз першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (не мають академічної заборгованості).

## II. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

(форма проведення, вимоги до оцінювання знань, навичок і вмій студентів)

Кваліфікаційний випусковий екзамен здобувача вищої освіти – це підсумковий контроль результатів його навчання, які він повинен продемонструвати для підтвердження набуття ним компетентностей, визначених освітньою програмою.

Випусковий екзамен може проводитись після завершення навчання на певному рівні вищої освіти.

Кваліфікаційний екзамен зі спеціальності повинен засвідчити, що випускник оволодів необхідними теоретичними знаннями та навичками їх практичного застосування в конкретних умовах.

Кваліфікаційний екзамен зі спеціальності передбачає показати :

- вміння систематизувати теоретичні знання і практичні навички, отримані студентом за весь період навчання за спеціальністю;
- вільно володіти методиками теоретичного дослідження при розв’язанні конкретних задач з різних предметних областей;
- вміння працювати на рівні сучасних інформаційних технологій;
- підготовленість студента для самостійного аналізу та викладу матеріалу, вміння захищати свої знання перед Екзаменаційною комісією;
- вміння аналізувати, досліджувати проблему (задачу) за допомогою нових методів, будувати математичну модель синтезувати та узагальнювати накопичений в процесі аналізу матеріал, а також розробляти для цього програмне забезпечення.

Кваліфікаційний екзамен проводиться як комплексна перевірка знань та умінь з дисциплін професійного напрямку та спецкурсів, а саме.

- ПР01. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур’є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу.
- ПР02. Вміти використовувати стандартні схеми для розв’язання комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною

мовою, застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій тощо.

- ПР03. Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів та використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.
- ПР04. Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь в частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики.
- ПР05. Знати основні положення теорії метричних просторів, лебегівської теорії міри та інтеграла, теорії обмежених лінійних операторів в банахових та гільбертових просторах, застосовувати техніку і методи функціонального аналізу для розв'язання задач керування складними процесами в умовах невизначеності.
- ПР06. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів.
- ПР07. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.
- ПР08. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій.
- ПР09. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.
- ПР10. Знати архітектуру сучасних обчислювальних систем і комп'ютерних мереж.
- ПР11. Знати і вміти застосовувати на практиці системи управління базами даних і знань та інформаційні системи.
- ПР12. Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу.
- ПР13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.
- ПР14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.
- ПР15. Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для

обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою.

- ПР16. Розуміти і реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності вільного демократичного суспільства, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.
- ПР17. Зберігати та примножувати досягнення і цінності суспільства на основі розуміння місця предметної області у загальній системі знань, використовувати різні види та форми рухової активності для ведення здорового способу життя..

Складання кваліфікаційних екзаменів проводиться на відкритому засіданні ЕК за участю не менш двох третин від її складу за обов'язкової присутності голови комісії. Засідання ЕК оформлюється протоколом. Тривалість засідання не повинна перевищувати шести академічних годин на день.

Рішення ЕК щодо результатів оцінювання якості підготовки фахівця, присудженого йому ступеня вищої освіти та присвоєної кваліфікації та видавання диплому (загального зразка чи з відзнакою) приймається на закритому засіданні відкритим голосуванням звичайною більшістю голосів членів комісії, які брали участь у її засіданні. За однакової кількості голосів голос голови ЕК є вирішальним.

Кваліфікаційний екзамен проводиться за індивідуальними завданнями, як комплексна перевірка рівня знань та умінь здобувача вищої освіти, які він повинен продемонструвати для підтвердження набутих ним компетентностей.

Програму кваліфікаційного екзамену зі спеціальності розробляє випускова кафедра, розглядає Науково-методична рада ННІ і затверджує директор.

Програму кваліфікаційного екзамену секретар ЕК доводить до відома здобувачів вищої освіти не пізніше, ніж за два місяці до початку складання цього екзамену згідно з календарним графіком навчального процесу, а також розміщує її в інформаційній системі «Віртуальне навчальне середовище Львівської політехніки».

Кваліфікаційний екзамен проводять у письмово-усній формі. Тривалість письмової компоненти випускового екзамену, як правило, не повинна перевищувати трьох академічних годин.

Екзаменаційні білети, критерії оцінювання відповідей на завдання, перелік наочного приладдя і матеріалів розробляють викладачі кафедри, яка організовує і проводить кваліфікаційний екзамен, після чого їх розглядають на засіданні цієї кафедри і, не пізніше як за місяць до початку роботи ЕК зі складання кваліфікаційних екзаменів, подають на затвердження директору ННІ.

Екзаменаційні білети та критерії оцінювання відповідей на завдання розробляють відповідно до методичних рекомендацій щодо формування тестових завдань і тестів, затверджених Науково-методичною радою Університету. Вони повинні забезпечувати об'єктивне оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти. Екзаменаційних білет містить 35 запитань різних рівнів складності, а саме: 10 завдань 1-го рівня складності (1 бал); 20 завдань 2-го рівня складності (3 бали); 5 завдань 3-го рівня складності (6 балів). Академічні досягнення студента визначають за допомогою 100-бальної інституційної шкали оцінювання (табл. 1).

Результат атестації переводиться зі шкали ECTS у національну шкалу. Результати складання кваліфікаційного екзамену визначаються оцінками “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”.

Таблиця 1

**Інституційна шкала оцінювання досягнень студентів Національного університету «Львівська політехніка»**

За 100-бальною шкалою Університету	За національною шкалою
100–88 балів	«відмінно»
87–71 балів	«добре»
70–50 балів	«задовільно»
< 50 балів	«незадовільно»

Студенту, який успішно склав кваліфікаційний екзамен, рішенням екзаменаційної комісії присвоюється відповідна кваліфікація та видається державний документ про освіту.

Результати кваліфікаційного екзамену оголошуються в день їх проведення після оформлення протоколу засідання екзаменаційної комісії.

Студент, який не склав кваліфікаційний екзамен, або не з'явився на кваліфікаційний екзамен без поважних причин, відраховується з вищого навчального закладу як такий, що виконав навчальний план, але не пройшов атестації.

Студентам, які не склали кваліфікаційний екзамен з поважної, документально підтвердженої причини, ректором може бути продовжений строк навчання до наступного терміну роботи екзаменаційної комісії, але не більше, ніж на один рік.

Повторне складання кваліфікаційний екзаменів дозволяється тільки під час наступної атестації протягом трьох років після закінчення вищого закладу освіти. Перелік змістових модулів кваліфікаційного екзамену для осіб, які його складають повторно, визначається навчальним планом, що діяв у рік закінчення ними вищого закладу освіти.

### III. ЗМІСТ

(основні питання з навчальних (навчальної) дисципліни)

#### 1. „Дискретна математика”

- **Математична логіка.**

Логіка висловлювань. Закони логіки висловлювань. Нормальні форми логіки висловлювань. Логіка першого ступеня.

- **Основи теорії множин.**

Поняття множини. Поняття кортежа. Декартів добуток множин. Операції над множинами. Доведення рівностей з множинами. Комп'ютерне зображення множин.

- **Теорія графів.**

Основні означення та властивості. Деякі спеціальні класи простих графів. Способи задання графів. Шляхи та цикли, зв'язність. Ізоморфізм графів. Ейлерів цикл у графі. Гамільтонів цикл у графі. Зважені графи та алгоритми пошуку найкоротшого шляху. Обхід графів. Планарні графи.

- **Дерева та їхнє застосування.**

Основні означення та властивості. Обхід дерев. Префіксна та постфіксна форми запису. Бінарне дерево пошуку. Дерева прийняття рішень. Алгоритм бектрекінг.

- **Відношення.**

Відношення та їхні властивості. Відношення еквівалентності. Відношення часткового порядку. Операції над відношеннями.

- **Основи теорії автоматів.**

Основні вимоги до алгоритмів. Машини Тьюрінга. Обчислення числових функцій на машині Тьюрінга.

## 2. „Методи обчислень”

- **Етапи розв’язування задач на ЕОМ.**

Математичне моделювання. Методи розв’язування математичних задач. Чисельні методи. Структура похибки розв’язку задачі. Похибки функції. Зворотня задача теорії похибок. Представлення чисел в ЕОМ. Стійкість. Коректність.

- **Чисельні методи розв’язування задач з однією змінною**

Відокремлення коренів. Метод поділу відрізка пополам. Метод дотичних. Метод хорд. Комбінований метод. Метод ітерації

- **Розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь**

Розв’язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Деякі поняття матричної алгебри. Представлення лінійної системи в матричній формі. Розв’язання систем лінійних рівнянь в матричній формі. Метод Крамера. Метод Гауса. Метод квадратних коренів. Матричний метод. Ітеративні методи.

- **Чисельні методи наближення функцій.**

Ітераційні методи розв’язування систем нелінійних рівнянь.

- **Інтерполювання функції**

Задача наближеної функції. Інтерполяційні багаточлени Ньютона і Лагранжа. Оцінка похибки інтерполювання. Екстраполювання й обернене інтерполювання. Інтерполювання функції за допомогою сплайнів

- **Методи обробки експериментальних даних**

Задача найкращого наближення. Рівномірне наближення. Середньоквадратичне наближення. Метод найменших квадратів наближення функції, заданої таблично. Побудова емпіричних формул, визначення параметрів залежності. Згладжування табличних функцій.

- **Чисельне диференціювання**

Чисельне диференціювання. Некоректність задачі чисельного диференціювання. Використання інтерполяційних поліномів для побудови формул чисельного диференціювання. Оцінка погрешності чисельного диференціювання.

- **Чисельне інтегрування функцій**

Задача чисельного інтегрування. Побудова квадратурних формул. Оцінка похибки чисельного інтегрування. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона. Наближене обчислення кратних інтегралів.

- **Розв’язування звичайних диференціальних рівнянь**

Чисельні методи розв’язування звичайних диференціальних рівнянь. Постановка задачі Коші. Метод Ейлера. Метод Рунге – Кутта. Оцінка точності. Крайові задачі. Метод кінцевих різностей. Рівняння другого порядку та методи їх вирішення.

## 3. „Методи оптимізації та дослідження операцій”

- **ВСТУП.**

Історія розвитку та використання методів дослідження операцій (ДО). Наукова суть ДО. Застосування методів ДО в інформаційних системах. Короткий зміст курсу ДО та мета його вивчення.

- **Основні поняття ДО**

Основні поняття ДО: операція, оперуюча сторона, стратегія, стан, діючі фактори операції, критерії ефективності. Методологія проведення операційного дослідження стосовно інформаційних систем: визначення мети; складання плану розробки; формулювання проблеми; побудова математичної моделі; синтез та (або) обґрунтування математичного методу; опрацювання інформації; перевірка адекватності моделі; реалізація результатів. Пряма та

обернена задачі ДО. Класифікація моделей ДО. Поняття про детерміновані та стохастичні моделі ДО і основні підходи до їх розв'язування. Проблема багатокритерійності та її розв'язування: згортка критеріїв, переведення критеріїв в обмеження, метод послідовних поступок, діалогові методи.

- **Класичні задачі лінійного програмування.**

Поняття про задачу математичного програмування (МП). Загальна постановка та класифікація задачі МП, поняття складності алгоритмів розв'язування задач МП. Місце лінійного програмування (ЛП) серед задач МП. Побудова математичних моделей елементів інформаційних систем методами ДО. Лінійність та пов'язані з цим спрощення моделей складових інформаційних систем — пропорційність та адитивність. Загальна та канонічна форми задачі ЛП. Графічне розв'язування задач ЛП. Поняття про основні задачі аналізу лінійних моделей на чутливість: статус та припустимі межі зміни ресурсів, цінність ресурсів, чутливість функції мети.

- **Базові рішення задачі ЛП.**

Основні теореми ЛП. Алгоритм симплекс - методу та його таблична форма. Приклад розв'язування задачі за допомогою симплекс - методу (СМ). Умови оптимальності та припустимості. Особливі випадки симплекс - методу. Методи знаходження початкової бази: двоетапний та метод великих штрафів. Аналіз на чутливість за допомогою симплекс - таблиць. Двоїстість в ЛП. Поняття прямої та двоїстої задач ЛП. Основні теореми двоїстості. Отримання розв'язку двоїстої задачі за розв'язком прямої. Використання двоїстості для оцінки ступеня наближення до оптимального розв'язку задачі ЛП. Економічна інтерпретація двоїстості. Двоїстий симплекс - метод. Задачі дробово-лінійного програмування та їх приведення до задач ЛП. Поняття про методи розв'язування задач ЛП великої розмірності та особливої структури.

- **Транспортна модель (ТЗ) задачі ЛП.**

Приклади транспортних задач та їх застосування в побудові інформаційних систем. Методи отримання опорного плану ТЗ: північно-західного кута, мінімального елемента, евристичний метод Фойгеля. Методи знаходження оптимального плану ТЗ (метод потенціалів та розподільчий).

- **Особливості цілочисельних задач.**

Цілочисельність як одна з основних характеристик моделей інформаційних систем та їх компонентів. Загальна характеристика основних груп методів розв'язування цілочисельних задач: відсічень, комбінаторних, евристичних. Принципи побудови евристичних алгоритмів. Основні ідеї методів відсічень. Метод Гоморі.

Схема гілок і границь та її основні структурні елементи: стратегії розгалуження, границі та їх властивості, стратегія відтинання вузлів. Розв'язування задач цілочисельного, змішаного та булевого програмування за допомогою методу гілок та границь.

- **Задача про комівояжера.**

- **Проблеми представлення цілочисельних задач та процесів їх розв'язування в ЕОМ.**

Загальна постановка задачі про максимальний потік мінімальної вартості. Властивості потоку. Теорема Форда-Фалкерсона про максимальний потік та мінімальний розріз. Основні типи поточкових задач та застосування їх до дослідження інформаційних систем.

- **Задача про найкоротший ланцюг.**

Алгоритм Дійкстри. Задача про багатополосний найкороткий ланцюг. Алгоритм Флойда. Задача про найкоротше дерево-основу. та "пожираючий" алгоритм її розв'язування. Задача про знаходження максимального потоку її застосування. Алгоритм розташування позначок.

- **Основні поняття теорії ігор**

Основні поняття теорії ігор: учасники гри, стратегії, виграші. Класифікація ігор за ознаками: к-ть гравців; потужність множини стратегій; характер взаємодії гравців, характер виграшів, вид функції виграшів, к-ть та характер ходів, інформованість. Загальна характеристика методів розв'язування ігор.

- **Матричні ігри двох осіб з нульовою сумою.**



Визначення, приклади. Розв'язки в чистих стратегіях. Нижня та верхня ціна гри. Сідлова точка та чиста ціна гри. Оптимальні чисті стратегії. Теорема про ціну гри та максимін.

- **Оптимальні мішані стратегії та їх властивості.**

Ціна гри в мішаних стратегіях. Основна теорема теорії матричних ігор 2-х осіб з нульовою сумою. Розв'язування матричних ігор. Геометричне розв'язування ігор розміром  $2 \times 2$ ,  $2 \times n$ ,  $m \times 2$ . Розв'язування матричних ігор за допомогою лінійного програмування. Прийняття рішень в умовах невизначеності.

- **Поняття про кооперативні ігри.**

Біматричні ігри та положення рівноваги у біматричних іграх. Позиційні ігри. Нормальна форма позиційної гри.

- **Основні поняття динамічного програмування.**

Загальна постановка задачі динамічного програмування та її геометрична інтерпретація. Принцип оптимальності Белмана та "прокляття розмірності". Найпростіші економічні задачі, які розв'язуються за допомогою методу динамічного програмування.

Рекурентні співвідношення в задачах динамічного програмування. Задачі з адитивною та мультипликативною функцією мети. Метод функціональних рівнянь.

- **Задачі нелінійного програмування**

Задачі нелінійного програмування та основні труднощі їх розв'язування. Метод множників Лагранжа та теорія двоїстості. Необхідні та достатні умови існування сідлової точки. Значення теореми Куна-Таккера.

- **Задачі опуклого програмування.**

Методи пошуку екстремуму функцій без та при наявності обмежень.

- **Застосування моделей та методів ДО**

Застосування моделей та методів ДО в системах підтримки та прийняття рішень. Зв'язок між ДО, теорією прийняття рішень та імітаційним моделювання інформаційних систем. Перспективи розвитку методів ДО

#### 4. „Алгоритмізація та програмування”

- **Основи алгоритмізації та програмування.**
- **Поняття алгоритму та типові алгоритмічні структури програмування.**
- **Елементи алгоритмічних мов.**
- **Структурне програмування.**
- **Процедурно-орієнтоване програмування.**
- **Рекурсія.**
- **Організація даних та алгоритми їх опрацювання.**
- **Літерні рядки.**
- **Комбіновані типи.**
- **Файлові структури даних.**
- **Модульна технологія розробки програм.**
- **Функціональне програмування.**
- **Об'єктно-орієнтоване програмування.**
- **Класи алгоритмів.**
- **Структури даних.**
- **Алгоритми пошуку.**
- **Алгоритми сортування.**

#### 5. „Об'єктно-орієнтоване програмування”

- **Технологія об'єктно-орієнтованого проектування програмних систем на основі C++**

Інструментальні засоби Visual C++/Borland C++.

- **Особливості мови C++**

Аргументи функцій по замовчуванню, тип посилання, змінні з типом посилання, аргументи з

типом посилання, вбудовані функції, операція доступу до глобальних значень, перевантаження функцій, декорування імен функцій, специфікація зовнішніх зв'язків

- **Контекстні оголошення змінних**

Особливість оголошення та використання констант, використання тегів для оголошення типів структур та об'єднань, анонімні об'єднання, операції виділення та звільнення динамічної пам'яті.

- **Базові поняття ООП.**

Класи, інкапсуляція даних, наслідування, поліморфізм. Об'єктно-орієнтоване проектування програмних систем. Діаграми класів.

- **Оголошення класу**

Дані та методи класу. Декларації public, private, protected. Приклад класу.

- **Види даних та методів класу**

Звичайні, константні та статичні дані та методи. Особливості оголошення та використання. Деталізація прав доступу з врахуванням виду членів класу.

- **Оголошення класових об'єктів**

Вказівники на класові об'єкти, вказівник this, перетворення до типу класових об'єктів. Вказівники на елементи класу. Синтаксис оголошення та семантика застосування.

- **Конструктори та деструктори**

Призначення, оголошення, розміщення у програмі та виклики. Конструктори перетворення типу та конструктори копіювання. Особливості оголошення та варіанти викликів.

- **Дружні функції та дружні класи (friend)**

Оголошення та використання.

- **Потокове введення-виведення**

Класи потокового введення-виведення.

- **Перевантаження операторів та операторні функції**

Особливості перевантаження унарних та бінарних операцій. Особливості перевантаження первинних операцій, інкременту та декременту, new та delete. Перевантаження потокових операцій введення-виведення. Перевантаження операції присвоєння та операції приведення типу. Їх порівняння з конструкторами копіювання та перетворення типу.

- **Глобальні та локальні класи**

Контейнерні та вкладені класи. Вплив розміщення класів на можливість оголошення об'єктів та вказівників на об'єкти.

- **Одинарне наслідування класів**

Базові, похідні та дружні класи. Ієрархія класів, правила наслідування. Захист компонентних даних від наслідування. Особливості викликів конструкторів та деструкторів при наслідуванні класів.

- **Множинне наслідування класів**

Наслідування класів з загальною базою. Особливості викликів конструкторів та деструкторів при множинному наслідуванні класів.

- **Перевантаження функцій, поліморфізм, віртуальні функції та пізні зв'язування. Динамічні віртуальні функції.**

- **Чисті віртуальні функції та абстрактні класи**

Віртуальний деструктор.

- **Компоненти (об'єкти) та їх інтерфейси.**

Поняття технології компонентної моделі об'єктів.

- **Параметризовані (шаблонні) функції та класи**

Друзі параметризованих класів.

- **Стандартні шаблони**

Бібліотека STL.

- **Перетворення типів**

Оператори static\_cast, dynamic\_cast, const\_cast.

- **Опрацювання виключних ситуацій на мові C++**

Оператори try, throw, catch.

## 6. „Методології системного аналізу”

- **Введення в дисципліну методології системного аналізу**

Історія розвитку системних уявлень. Основні напрямки системних досліджень. Передумови та необхідність виникнення системного підходу. Предмет системного аналізу.

- **Основні поняття системного аналізу**

Принципи системного підходу. Поняття системи, навколишнього середовища та мети. Декомпозиція. Поняття елементу, функції, структури. Види потоків у системах.

- **Системи та моделі**

Класифікація та властивості систем. Функції моделей системи та їх класифікація. Системно-методологічні аспекти моделювання. Дослідження систем за допомогою аксіоматичного підходу

- **Аналіз та синтез в системних дослідженнях**

Аналітичний підхід до дослідження складних систем. Декомпозиція та агрегування. Види агрегатів, що використовуються в системному аналізі.

- **Методології системного аналізу**

Послідовність методологія–метод–нотація–засіб. Етапи системного розв’язання проблем. Послідовність етапів системного аналізу. Методологія системного дослідження, орієнтована на дослідження існуючих систем та виявлення проблем

- **Поняття структурного аналізу та CASE технології**

Класифікація методологій системного аналізу, основи структурного системного аналізу. Методологія функціонального моделювання IDEF0. Діаграма потоків даних. Методологія IDEF3

- **Системне планування, стратегія, тактика та аналіз дій**

Формальне, інкрементне та системне планування. Стратегічне планування. Прямий та обернений процеси системного планування. Методи знаходження бажаних сценаріїв

- **Методи системного аналізу**

Метод аналізу ієрархій. Метод дерева цілей. Метод Дельфі. Функціонально-вартісний аналіз та споріднені методи.

- **Труднощі отримання інформації від експертів**

Особливості отримання первинної інформації для системного аналізу. Прошарки психологічних проблем структурної моделі спілкування. особливості лінгвістичного та гносеологічного аспекту спілкування з експертом. Методологічна структура пізнання

## 7. „Організація баз даних та знань”

- **Інформаційні системи та інформаційні технології**

Основи баз даних комп’ютерних систем. Інформація і дані. Дані в комп’ютерних системах. Властивості даних: синтаксис, семантика, структура. Інформаційні системи та інформаційні технології. Покоління систем обробки даних.

- **Фізичні моделі даних**

Фізична структура даних. Методи фізичної організації даних в комп’ютерних інформаційних системах. Фізичні одиниці даних: біт, байт, запис, блок, файл, екстент, файлова система, том. Види фізичних моделей даних: послідовна, індексно-послідовна, прямого доступу, спискова, ієрархічна, мережева.

- **Логічні моделі даних**

Логічна структура даних. Методи логічної організації даних в комп’ютерних інформаційних системах. Поняття та види зв’язків у базах даних. Логічні одиниці даних: поле (елементарне, множинне, групове, періодична група), логічний запис, логічний файл, база даних, система баз даних. Види логічних моделей даних: ієрархічна, мережева, реляційна, адаптивна, нерегулярна, постріляційна, об’єктно-реляційна.

- **Основи реляційної моделі баз даних**

E-R модель предметної області. Домени та атрибути. Математичне відношення. Інформаційні відношення. Кортежі. Схема та стан відношення. Кількісні характеристики відношення: порядок та кардинальне число. Властивості інформаційного відношення. Реляційна база даних. Схема та стан бази даних.

- **Нормалізація відношень**

Аномалії реляційної бази даних. Поняття обмежень. Види обмежень. Функціональні залежності в реляційних базах даних. Властивості функціональних залежностей. Аксиоми Армстронга. Ключі відношень. Властивості та функції ключів. Нормалізація за Коддом. Види нормальних форм та їх властивості: перша, друга, третя нормальні форми, нормальна форма Бойса-Кодда. Багатозначні залежності та їх властивості. Четверта нормальна форма.

- **Операції над відношеннями. Реляційна алгебра**

Операції над відношеннями. Реляційна алгебра. Теоретико-множинні операції реляційної алгебри: об'єднання, перетин, різниця і декартів добуток. Спеціальні реляційні операції: проекція, селекція, натуральне з'єднання, умовне з'єднання, ділення. Операції над станами відношень: включення, вилучення та зміна кортежів. Операції над схемами відношень: включення, вилучення, та зміна параметрів атрибутів.

- **Реляційні числення. Реляційне числення зі змінними-кортежами**

Поняття реляційного числення. Визначення реляційного числення зі змінними-кортежами: алфавіт числення, атомарні вирази, формули, основний вирах реляційного числення зі змінними-кортежами. Безпечні вирази реляційного числення зі змінними-кортежами. Відповідність між формулами реляційного числення та виразами реляційної алгебри.

- **Методи проектування баз даних**

Процедури проектування баз даних реляційного типу. Послідовність етапів проектування баз даних. Методи проектування: синтетичний та декомпозиційний. Способи декомпозиції відношень. Застосування баз даних в інформаційних системах та системах прийняття рішень.

- **Призначення та еволюція СУБД**

Проект GUAM (Generalized Update Access Method - North American Aviation /IBM); система (IMS/360); система IDS (Integrated Data Store - Charles Bachman); концепція DBTG/CODASYL: схема, підсхема, мова керування даними (DDL Scheme, DDL Subscheme, DML); реляційні бази даних, Е.Ф. Кодд; проект SYSTEM/R, мова запитів SQL; проект INGRESS, мова запитів QUEL; Oracle; покоління СУБД: ієрархічні, мережеві, реляційні, СУБД для MainFrame, minicomputer, PC сервери БД; об'єктно-орієнтовані, об'єктно-реляційні, постреляційні; СУБД для слабоструктурованих баз даних (XML); NoSQL; Data Warehouse, Data Spaces, Data Lakes.

- **Функції СУБД**

- опис і підтримка моделі даних
- адміністрування баз даних
- розробка застосувань
- підтримка роботи кінцевого користувача
- взаємодія з іншими СУБД
- взаємодія і обмін з функціональним програмним забезпеченням
- підтримка роботи в мережі

- **Класифікація СУБД**

- за моделлю баз даних
- за платформою
- за функціональними можливостями
- за масштабами
- за способами доступу до даних

- **Стандарти архітектури СУБД**

- архітектура ISO (базисний рівень, рівень БД, прикладний, рівень запитів)
- архітектура SAA (системи: міжкомпонентних зв'язків, адаптації до платформи, інтерфейс користувача, інтерфейс програміста, міжсистемний інтерфейс)

- **Переваги і проблеми СУБД**

- **Стандарти мови SQL**

- розроблення SQL (Donald Chamberlin, Raymond Boyce)
- стандарт 1986 ANSI/1989 ISO

- ISO 9075-1989
- ISO/IEC 9075-1992
- ISO/IEC 9075-1999
- ISO/IEC 9075-2003
- ISO/IEC 9075-2008
- ISO/IEC 9075-2011
- ISO/IEC 9075-2016

- **Терміни і визначення стандарту SQL ISO/IEC 9075-2015)**

- SQL – середовище, SQL – реалізація, SQL – об'єкт;
- ідентифікатор, атрибут, дескриптор, постійний об'єкт, тимчасовий об'єкт, сайт, множина, мультимножина, послідовність;
- дані: 1) величина 2) значення; тип даних, обмеження;
- домен, стовпчик, рядок, таблиця, кардинальність;
- види таблиць – базові (постійні), породжені, тимчасові (локальні, глобальні), зображені (віртуальні)
- схема
- база даних

- **Мовні засоби SQL**

- алфавіт
- лексеми 1) імена 2) зарезервовані слова 3) терми
- директиви 1) DDL 2) DML 3) DCL
- оператори

- **Типи та властивості даних SQL**

- базові (попередньо визначені типи)
- рядкові типи : CHARACTER, CHARACTER VARYING
- об'єктні типи : CHARACTER LARGE OBJECT, BINARY LARGE OBJECT

числові типи :

точні : цілі числові SMALLINT, INTEGER, BIGINT

дійсні з фіксованою точкою NUMERIC (DECIMAL)

наближені : FLOAT (REAL), DOUBLE PRECISION

логічний : BOOLEAN

темпоральні : дата/час DATE, TIME, TIMESTAMP

часовий інтервал INTERVAL

вказівник : REFERENCE

XML тип : XML

- конструктивні типи

масив : ARRAY

колекція : MULTISSET

запис (структура): ROW

- користувацькі типи USER DEFINED TYPES (UDF)

- обмеження : стовпчиків

NOT NULL

DEFAULT

UNIQUE

CHECK

PRIMARY KEY

FOREIGN KEY

- обмеження таблиць

- **Засоби DDL для створення і адміністрування об'єктів баз даних**

- директиви CREATE

ALTER

DROP

- створення : доменів

CREATE DOMAIN

послідовностей CREATE SEQUENCE

типів CREATE TYPE

таблиць CREATE TABLE

опис стовпчиків

на основі типів даних і обмежень

на основі доменів

на основі генераторів послідовностей

на основі виразів

CREATE TABLE ... LIKE

CREATE TABLE ... AS (SELECT ..., WITH NO DATA, WITH DATA)

- зміна опису таблиць

ALTER TABLE

- знищення таблиць DROP TABLE

- опис схем CREATE SCHEMA

- **Засоби опрацювання даних SQL-DML**

- основні функції: вибір з таблиць, зміна таблиць, перетворення даних, аналіз і узагальнення, впорядкування даних, опрацювання транзакцій, опрацювання подій (тригери), опрацювання одиничних даних (курсори), опис процесів (процедури, функції);

- операції над даними: над символічними (бінарними) : конкатенація, виділення підрядка, скорочення; над числами: +, -, \*, /; над логічними даними AND, OR, NOT; над темпоральними даними; DT – DT; DT +- I; I + DT; I +- I; I \*/ число; число \* I; над масивами (ARRAY): виділення елемента – конкатенація масивів, над рядками (ROW): виділення елемента – конкатенація; над множинами; об'єднання MULTISSET UNION; перетин MULTISSET INTERSECT; різниця MULTISSET EXCEPT;

- **Предикати SQL**

- порівняння =, <>, >, <, >=, <=

- входження в проміжок BETWEEN

- порівняння символічних рядків

- LIKE (% , \_ , [ ], [^], ESCAPE) ;

- SIMILAR ((% , \_ , регулярні вирази:

- '(xxx)|(хууу) [ ] [^] [ ]\* [ ]+

- [:DIGIT:] [:ALPHA:] [:UPPER:] [:LOWER:] [:ALNUM:] ESCAPE

- порівняння невизначеностей

- IS NULL, IS NOT NULL

- входження у множину IN

- предикати з кванторами (порівняння з множинами) ALL, SOME|ANY

- існування EXISTS

- нормалізація IS NORMALIZED (зображення в UNICODE)

- унікальність UNIQUE (Null Not= Null)

- відмінність DISTINCT (Null NOT # Null)

- порівняння рядків на співпадіння MATCH ([UNIQUE] SIMPLE | PARTIAL | FULL)

- порівняння часових відрізків OVERLAPS

- (DT, DT); (DT,I)

- входження елемента у мультимножину IS MEMBER OF

- підмножина IS SUBMULTISET OF

- множина (відсутність повторень) IS A SET

- перевірка типу IS OF (список типів)

- **Зміна та оновлення таблиць**

- додавання рядків до таблиць INSERT INTO

- вилучення рядків DELETE FROM

- зміна значень у рядках UPDATE

- **Вибір даних з таблиць**

SELECT <список вибору> FROM <джерело даних> WHERE <критерій>

ORDER BY <специфікація групування>  
GROUP BY <специфікація впорядкування> HAVING <умова>  
WITH CUBE, WITH ROLLUP  
WINDOW <специфікація вікна>  
UNION (<запит на вибір>)  
З'єднання таблиць в запитах (JOIN)  
NATURAL JOIN  
INNER JOIN  
LEFT OUTER JOIN  
RIGHT OUTER JOIN  
FULL OUTER JOIN  
CROSS JOIN

- **Використання зображених таблиць (VIEW)**

- директива створення зображень CREATE VIEW
- параметри створення зображень : WITH CASCADE | LOCAL, WITH CHECK OPTION
- класифікація зображень:
  - вертикальні, горизонтальні, комбіновані, згруповані, з обчислюваними стовпчиками
  - методи реалізації зображень: матеріалізація, заміщення
  - обмеження на застосування запитів до зображень (групові функції і обчислені стовпчики тільки в списку вибору; згруповані запити не об'єднуються UNION)
  - обмеження на оновлення зображень (заборонено DISTINCT, обчислені стовпчики, вкладені запити у WHERE, групування, сортування, UNION, у попередніх версіях – з'єднання таблиць у FROM)
  - переваги застосування зображень (незалежність від даних, актуальність, підвищена безпека, гнучкість настроювання, забезпечення цілісності)
  - проблеми застосування зображень (обмеження оновлень, структурні обмеження запитів, залежність від опису таблиць, зменшення продуктивності)

- **Опрацювання XML- документів у базах даних**

- основні поняття SQL-XML
- створення таблиць зі стовпчиками типу XML (не типізованих, типізованих)
- запити до таблиць з XML-даними
- перетворення табличних даних в XML; способи перетворення
- використання мов запитів X-Query, X-Path вSQL

- **Процедури в SQL**

- призначення і застосування
- опис і створення процедур
- параметри, види параметрів
- виклик процедур
- зміна, знищення процедур
- переваги і недоліки застосування SQL-процедур

- **Функції в SQL**

- призначення і застосування
- опис і створення функцій
- параметри функцій
- види функцій – скалярні, табличні
- особливості табличних функцій
- зміна, знищення
- переваги, недоліки застосування SQL-функцій

- **Тригери**

- визначення і призначення
- створення тригерів
- види тригерів
- функції тригерів
- зміна, знищення тригерів

- переваги, недоліки використання тригерів
  - **Транзакції SQL**
- призначення транзакцій
- властивості транзакцій
- опис транзакцій, параметри опису
- рівень доступу
- рівні ізоляції
- блокування, блокування рівнів доступу, види блокувань, рівні деталізації блокувань: фізичного, логічного
- вкладені транзакції
- точки збереження
- взаємодія тригерів і транзакцій
  - **Курсори в SQL**
- поняття і призначення
- види курсорів: користувацькі – серверні; локальні-глобальні; статичні-динамічні-ключові
- оголошення курсору – DECLARE CURSOR
- відкриття курсору - OPEN
- вибір даних з курсору – FETCH
- позиціонування курсору : FIRST, LAST, NEXT, PRIOR, ABSOLUTE, RELATIVE
- закриття курсору
- звільнення курсору
- застосування курсору для знищення-зміни; WHERE CURRENT OF
  - **Захист і безпека баз даних. Керування доступом до даних**
- призначення і функції керування доступом
- користувачі, ідентифікація, авторизація
- право власності
- привілеї на об'єкти
- види об'єктів на які встановлюються привілеї
- види привілеїв
- права на дії
- види прав
- види користувачів
- ролі
- надання прав і привілеїв директива GRANT
- скасування прав і привілеїв директива REVOKE
  - **Архітектура SQL- середовища опрацювання баз даних**
- визначення SQL-середовища
- елементи SQL-середовища: SQL-реалізація, SQL- агент, SQL- клієнт, SQL- сервер
- функції SQL- клієнта
- функції SQL- сервера
- види архітектури SQL- середовища : "тонкий клієнт", "тонкий сервер", "рівномірно розподілені"
- переваги архітектури "клієнт - сервер" в опрацюванні баз даних
- web-бази даних
- застосування систем різної архітектури
  - **Перспективи розвитку СУБД**
- маніфест об'єктно-орієнтованих БД
- маніфест СУБД третього покоління
- третій маніфест К.Дейта і Х. Дарвена

## 8. „Комп’ютерні мережі ”

- **Історія розвитку та класифікація комп’ютерних мереж**



Історія розвитку комп'ютерних мереж. Класифікація мережевих вирішень.

- **Головні архітектурні принципи побудови КМ**

Стандартизація у комп'ютерних мережах. Організації що займаються стандартизацією. Еталонна модель взаємозв'язку відкритих систем. Методи комутації.

- **Середовища передавання даних та коди КМ**

Параметри середовищ передавання та їх порівняння. Коаксіальні кабелі. Волоконно-оптичні кабелі. Скручена пара як середовище передавання даних у комп'ютерних мережах. Стандарт EIA- 568- AB, ISO/IEC 11801. Параметри скрученої пари. Канал передавання даних. Модуляція. Кодування.

- **Протоколи фізичного та каналного рівнів. Методи доступу.**

Функції протоколів фізичного та каналного рівнів. Протоколи керування доступом. Протокол HDLC. Протоколи мережевого та транспортного рівнів. Методи маршрутизації.

- **Мережевий, транспортний, сеансовий, відображення та прикладний рівні протоколу.**

- **Протокольний стек TCP/IP.**

Структура мережі TCP/IP та базові принципи її роботи.

- **Інтерфейсні мережеві технології**
- **Технології локальних мереж**
- **Інтелектуальні засоби об'єднання мереж**
- **Безпроводні мережеві технології.**
- **Технології глобальних мереж.**
- **Безпека даних в КМ**
- **Інформаційні технології КМ**
- **Відкриті системи**

## **9. „Проектування інформаційних систем”**

- **Введення в дисципліну проектування інформаційних систем (ПІС)**

Значення та напрямки розвитку інформаційних систем. Основні поняття дисципліни. Класифікація інформаційних систем

- **Інформаційні системи та їх характеристики**

Базові означення. Методи проектування інформаційних систем. Види інформаційних систем. Рівні моделі даних

- **Системотехнічні аспекти теорії ПІС**

Модель об'єкта управління. Мета, задачі та принципи проектування інформаційних систем. Підходи до створення інформаційних систем.

- **Процес проектування інформаційної системи**

Сутність процесу проектування його стадії та етапи. Методи та засоби створення інформаційної системи.

- **Життєвий цикл програмного забезпечення**

Основні та допоміжні процеси життєвого циклу. Моделі життєвого циклу: каскадна, ітераційна, спіральна.

- **Об'єктно-орієнтована модель**

Еволюція об'єктної моделі та основні положення. Складові частини об'єктного підходу: парадигми програмування, інкапсуляція, модульність абстрагування, паралелізм. Застосування об'єктної моделі в процесі розроблення

- **Сертифікація та оцінка процесів створення програмного забезпечення**

Поняття зрілості процесів створення програмного забезпечення. Модель оцінювання зрілості CMM (Capability Maturity Model). Стандарти IEEE та ISO. Процес сертифікації на базі інформації про використання. SPMN SoftwareProgram Managers Network

- **Уніфікована мова моделювання UML**

Призначення мови UML. Загальна структура мови та пакети в мові UML. Специфіка опису мета-моделі мови UML та особливості зображення діаграм в IBM Rational Rose

- **Об'єктно-орієнтований підхід до моделювання бізнес процесів**

Методика моделювання Rational Unified Process. Основи специфікації вимог до програмного забезпечення. Об'єктно-орієнтований аналіз та проектування архітектури системи

- **Діаграми варіантів використання та класів**

Варіант використання. Актори. Інтерфейси та примітки. Відношення на діаграмі варіантів використання: асоціації, розширення, узагальнення та включення. Клас: ім'я, атрибути та операції. Відношення між класами. Інтерфейси та об'єкти. Шаблони або параметризовані класи  
Рекомендації із розроблення.

- **Діаграми кооперації та послідовності**

Поняття кооперації. Об'єкти на діаграмі кооперації. Мультиоб'єкт, активний та складений об'єкти. Зв'язки. Повідомлення. Об'єкти на діаграмі послідовностей. Лінія життя об'єкту. Фокус керування та повідомлення. Розгалуження потоку керування та стереотипи повідомлень.  
Рекомендації з побудови діаграм

- **Діаграми станів та діяльності**

Поняття автомату та стану: ім'я стану, список внутрішніх дій. Перехід: подія, сторожова умова, вираз дії. Складений стан та послідовний і паралельний підстави. Складні переходи: переходи між паралельними та складеними станами. Рекомендації з побудови діаграм станів. Стан дії. Переходи та доріжки. Об'єкти на діаграмі діяльності. Рекомендації до побудови діаграм діяльності

- **Діаграми компонентів та розгортання**

Поняття компонента. Ім'я та види компонентів. Інтерфейси та залежності. Поняття вузла та з'єднання. Рекомендації з побудови діаграм.

- **Технології створення програмного забезпечення**

Визначення технології та основні вимоги. Критерії оцінювання. Технології IBM, Borland, Microsoft. Оцінка трудоемності створення програмного забезпечення. Методи оцінки та їх класифікація. Методи, що побудовані на використанні емпіричних даних. Особливості сучасних проектів розроблення. Основні технології.

## 10. „Управління ІТ проектами”

- **Цикл життя ІТ проекту та його організація.**
- **Учасники ІТ проекту.**
- **Процеси управління проектом та групи процесів.**
- **Графічне відображення процесу управління проектом.**
- **Діаграми залежностей між процесами.**
- **Основні документи ІТ проекту.**
- **Області знань з управління проектами.**
- **Управління змістом ІТ проекту.**
- **Управління термінами ІТ проекту.**
- **Оцінювання ресурсів та тривалості операцій.**
- **Розроблення та управління розкладом виконання робіт (календарним планом).**
- **Планування якості.**
- **Процес забезпечення якості та її контролю.**
- **Керування людськими ресурсами ІТ проекту.**
- **Управління комунікаціями ІТ-проекту.**
- **Математичні моделі управління ІТ проектами.**
- **Управління проектами зі створення інформаційних систем**

## 11. „Машинне навчання”

- **Навчання з вчителем.**

Регресійний аналіз. Дерева рішень. Нечіткі дерева рішень. Наївний Байєсівський класифікатор.

- **Навчання без вчителя**

Кластерний аналіз. Асоціативні правила.

- **Навчання з підкріпленням**

Генетичні алгоритми. Q-навчання.

- **Нейронні мережі**

Перцептрон. Багатошарові нейронні мережі. Рекурентні нейронні мережі.

#### **IV. ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

(перелік основних джерел, які визначають зміст освітніх компонент: підручників, навчальних посібників, інших методичних і дидактичних матеріалів)

##### **1. „Дискретна математика”**

- Нікольський Ю. В. Дискретна математика : підручник з грифом МОН / Нікольський Ю. В., Щербина Ю. М., Пасічник В. В. — К. : Видавнича група ВНУ, 2007. — 368 с.
- Нікольський Ю. В. Дискретна математика : підручник з грифом МОН / Нікольський Ю. В., Щербина Ю. М., Пасічник В. В. — 2-ге вид. — Львів : „Магнолія-плюс”, 2007. — 608 с.
- Висоцька В.А., Литвин В.В., Лозинська О.В, Дискретна математика: практикум (Збірник задач з дискретної математики: Навчальний посібник. – Львів: Новий Світ – 2000, 2019. – 575 с.

##### **2. „Методи обчислень”**

- Андруник В. А. Чисельні методи в комп’ютерних науках. Том 1: навчальний посібник / В. А. Андруник, В. А. Висоцька, В. В. Пасічник, Л. Б. Чирун, Л. В. Чирун. – Львів: Новий Світ – 2000, 2017. – 470 с.
- Андруник В. А. Чисельні методи в комп’ютерних науках. Том 2: навчальний посібник / В. А. Андруник, В. А. Висоцька, В. В. Пасічник, Л. Б. Чирун, Л. В. Чирун. – Львів: Новий Світ – 2000, 2018. – 536 с.
- Висоцька В.А., Оборська О.В. Python: алгоритмізація та програмування: навчальний посібник – Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 516 с.
- Пасічник В.В. Математична лінгвістика. Книга 1. Квантитативна лінгвістика / В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербина, Т.В. Шестакевич // Навчальний посібник з грифом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. – Львів: видавництво «Новий світ-2000», 2012. – 359 с.
- Пасічник В. В. Математична лінгвістика. Книга 2. Комбінаторна лінгвістика: навчальний посібник / В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина, В. А. Висоцька, Т. В. Шестакевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 250 с.

##### **3. „Методи оптимізації та дослідження операцій”**

- Дослідження операцій : підручник / Анатолій Васильович Катренко . — 3-тє вид., випр. та доп . — Львів : Магнолія-2006, 2009 . — 349 с.: іл. — (Комп’ютинг) . — Бібліогр.: с.348-349 (38 назв) . — На укр. яз. — ISBN978-966-8340-18-5
- Зайченко Ю.П. Исследование операций. -К.: «Вища школа»,1986.
- Катренко А.В. Дослідження операцій. – Львів: «Магнолія плюс», 2009.
- Вибрані розділи багатокритеріальної оптимізації: методичні рекомендації до виконання контрольних та лабораторних робіт для студентів математичного факультету / Розробник: Н. Е. Кондрук. – Ужгород: УжНУ, 2015. – 56 с.
- Дивак М.П. Ідентифікація дискретних моделей динамічних систем з інтервальними даними: монографія/ М.П. Дивак, Н.П. Порплиця, Т.М. Дивак. – Тернопіль: ВПЦ «Економічна думка ТНЕУ», 2018. – 220 с.
- Дослідження операцій та методи оптимізації: методичні рекомендації до практичних

завдань для студентів усіх спеціальностей першого (бакалаврського) рівня / уклад. С. В. Прокопович, О. В. Панасенко, Л. О. Чаговець. – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 64 с.

- Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с.
- Синєглазов В. М. Математичні методи оптимізації: навч. посібн./ В.М. Синєглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров. – Нац. Авіаційний ун-т. – К.: Освіта України, 2018. – Ч. 1. – 329 с.

#### **4. „Алгоритмізація та програмування”**

- Ришковець Ю.В., Висоцька В.А. Алгоритмізація та програмування. Частина 1: Навчальний посібник. – Львів: «Новий Світ - 200», 2018. – 337 с.
- Ришковець Ю.В., Висоцька В.А. Алгоритмізація та програмування. Частина 2: Навчальний посібник. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2018. – 316 с.
- Ковалюк Т. В. Алгоритмізація та програмування: підручник з грифом МОН України / Т. В. Ковалюк. – Львів: Магнолія-2006, 2013. – 400 с.
- Шпак З. Я. Програмування мовою С / З. Я. Шпак. – Львів : “Оріяна-Нова”, 2006. – 431 с.
- Шаховська Н. Б. Алгоритми та структури даних / Н. Б. Шаховська, Р. О. Голощук. – Львів : Магнолія-2006. – 2009. – 216 с.

#### **5. „Об’єктно-орієнтоване програмування”**

- Кравець П.О. Об’єктно-орієнтоване програмування: навч. Посібник / П.О. Кравець. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 624 с.
- Бублик В.В. Об’єктно-орієнтоване програмування мовою. Підручник / В.В. Бублик. – К.: ІТ-книга, 2015. – 624 с.
- Жуковський С.С. Об’єктно-орієнтоване програмування мовою С++. Навчально-методичний посібник / С.С. Жуковський, Т.А. Вакалюк. – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2016. – 100 с.
- Грицюк Ю. Об’єктно-орієнтоване програмування мовою С++. Навчальний посібник / Ю. Грицюк, Т. Рак. – Львів: Вид-во ЛДУ БЖ, 2011. – 202 с.
- Парфьонов Ю.Е. Об’єктно-орієнтоване програмування. Конспект лекцій / Ю.Е. Парфьонов, В.М. Федорченко, М.Ю. Лосєв, О.В. Щербаков. – Харків: Вид-во ХНЕУ, 2010. – 314 с.
- Войтенко В.В. С/С++: Теорія та практика. Навч. – методичний посібник / В.В. Войтенко, А.В. Морозов. – Житомир: ЖДУ, 2004. – 324 с.

#### **6. „Методології системного аналізу”**

- Катренко А.В. Системний аналіз /Анатолій Васильович Катренко – Львів: Новий Світ 2000, 2013. - 396 с.
- Катренко А.В. Дослідження операцій : підручник / Анатолій Васильович Катренко . — 3-тє вид., випр. та доп. — Львів : Магнолія-2006, 2009 . — 349 с.: іл. — (Комп’ютинг) . — Бібліогр.: с.348-349 (38 назв) . — На укр. яз. — ISBN978-966-8340-18-5
- Катренко А.В. Системний аналіз об’єктів та процесів комп’ютеризації :Навчальний посібник для вузів / Анатолій Васильович Катренко . — Львів : Новий Світ-2000, 2003 . — 419 с.
- Катренко А.В. Теорія прийняття рішень [Текст] : підруч. для студ. вузів /А. В. Катренко, В. В. Пасічник, В. П. Пасько. — К. : ВНУ, 2009. — 448 с.
- Основи системного аналізу : підручник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками "Системний аналіз", "Прикладна математика", "Інформатика", "Комп’ютерні науки", "Комп’ютерна інженерія", "Системна інженерія" / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – Київ : Видавнича група ВНУ, 2007. – 544 с.

- Згуровский М. З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения : [монография] / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова ; НАН Украины, Мин-во образования и науки Украины, Ин-т прикладного системного анализа – К.: Наукова думка, 2005. – 743с.

## 7. „Організація баз даних та знань”

- Берко А.Ю., Верес О.М. Теоретичні основи баз даних: Конспект лекцій для студентів Інституту комп’ютерних наук та інформаційних технологій. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2007. – 190 с.
- Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань, Книга 1. Організація баз даних та знань: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] 2-е вид. – Львів: “Магнолія-2006”, 2015.- 440 с.
- Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Книга 2. Системи управління базами даних та знань: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] 2-е вид.. – Львів: “Магнолія-2006”, 2015.- 470 с.
- Берко А. Ю. Системи баз даних та знань. Книга 1: Організація баз даних та знань: підручник / А. Ю. Берко, О. М. Верес, В. В. Пасічник. – 2-е вид.; виправлене. – Львів: Магнолія-2006, 2017. – 440 с.
- Берко А. Ю. Системи баз даних та знань. Книга 1. Організація баз даних: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / Берко А. Ю., Верес О. М., Пасічник В.В. – 2-ге вид. – Львів : „Магнолія 2006”, 2011. – 456 с. — (Серія «Комп’ютинг»).
- Берко А. Ю. Системи баз даних та знань. Книга 2. Системи управління базами даних та знань: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / Берко А. Ю., Верес О. М., Пасічник В.В. – 2-ге вид. – Львів : „Магнолія 2006”, 2013. – 584 с. — (Серія «Комп’ютинг»).
- Пасічник В. В. Організація баз даних та знань. / В. В. Пасічник, В. А. Резніченко. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 384 с.

## 8. „Комп’ютерні мережі ”

- Буров Є., Митник М. Комп’ютерні мережі.( у 2-х томах) Львів, Магнолія, 2018.
- Буров Є.В. Комп’ютерні мережі / Буров Є.В. – 2-е вид., випр. і доповн. — Львів : БаК, 2003. — 584 с. : іл.
- Буров Є.В. Комп’ютерні мережі : підручник / Буров Є.В. — Львів : «Магнолія- плюс», 2007. — 262 с.

## 9. „Проектування інформаційних систем”

- Литвин В.В. Проектування інформаційних систем /Н. Б. Шаховська, В. В. Литвин – Львів: “Магнолія-2006”. – 380 с.
- Пономаренко В.С. Проектування інформаційних систем : посібник / В.С. Пономаренко, О.І. Пушкар, І.В. Журавльова, С.В. Мінухін - К. : Академія, 2002. - 488 с.
- Боггс У. UML и Rational Rose / У.Боггс, М.Боггс – М.: ЛОРИ, 2000. - 582 с.
- Буч Г. Язык UML. Руководство пользователя / Г.Буч Г., Дж.Рамбо, А. Джекобсон – М.: ДМК, 2000. - 432 с.

## 10. „Управління ІТ проектами”

- Катренко А.В. Управління ІТ-проектами. – Львів: Новий світ – 2000, 2011.
- Катренко А.В. Системний аналіз об’єктів та процесів комп’ютеризації. – Львів: Новий світ – 2000, 2004.
- Катренко А.В. Дослідження операцій. – Львів: «Магнолія плюс», 2007.
- Уэбстер Г. Планирование и управление проектами для менеджеров/ Уэбстер Гордон.- Дело и Сервис, 2006, 272 с.

- Верес О. М. Технології підтримки процесів прийняття рішень: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Верес О. М., Катренко А. В., Пасічник В.В. – Львів : „Новий світ-2000”, 2018. – 568 с. — (Серія «Комп’ютинг»)

## 11. „Машинне навчання”

- Машинне навчання: навчальний посібник / Т.М. Басюк, В.В. Литвин, Л.М. Захарія, Н.Е.Кунанець. – Львів: «Новий Світ-2000», 2019. – 315 с.
- Литвин В.В. Аналіз даних та знань : навч. посіб. / В. В.Литвин, В.В.Пасічник, Ю.В, Нікольський – Львів: «Магнолія 2006», 2018. – 276 с.
- Литвин В. В. Інтелектуальні системи: підручник / Литвин В. В., Пасічник В. В., Яцишин Ю. В. – Львів. : «Новий світ-2000», 2009. – 406 с.
- Згуровський М. З., Зайченко Ю. П. Основи обчислювального інтелекту. – Київ: Науково-виробниче підприємство «Видавництво «Наукова думка» НАН України» 2013, 407 с.

Розглянуто і ухвалено на засіданні кафедри ІСМ.

Протокол від " 18 " березня 2021 року № 14

Завідувач кафедри ІСМ

д.т.н., професор



В. В. Литвин