

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ
ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І
ТОРГІВЛІ**

Приймальна комісія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор університету

д.і.н., проф. _____ Нестуля О.О.

«_____» _____ 2021

**ПРОГРАМА
фахових випробувань**

**для вступу на навчання за ступенем «Магістр»
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітня програма «Комп'ютерні науки»**

Рекомендовано до затвердження
на засіданні приймальної комісії
протокол № _____ від _____ 2021 р.
Відповідальний секретар
приймальної комісії
_____ О.С. Куцевол

Полтава 2021

Упорядники: Ємець О.О. д.ф.-м.н., проф., зав. кафедри математичного моделювання і соціальної інформатики,
Ємець Ол-ра О., канд. ф.-м. н., доцент кафедри математичного моделювання і соціальної інформатики,
Чілікіна Т.В., канд. ф.-м. н., доцент кафедри математичного моделювання і соціальної інформатики

Рецензенти: Ємець Є.М. к.ф.-м.н., професор кафедри економіки підприємства та економічної кібернетики,
Парфьонова Т.О., канд. ф.-м. н., доцент кафедри математичного моделювання і соціальної інформатики

Розглянуто на засіданні кафедри
ММСІ 08.02.2021 р.
протокол №7
Зав. кафедрою ММСІ
_____проф. Ємець О.О.

ВСТУП

1. Пояснювальна записка.....	4
2. Перелік питань, що виносяться на вступне випробування.....	5
3. Критерії оцінювання.....	24
4. Список рекомендованої літератури.....	25

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Умовами підготовки магістрів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» при вступі на навчання для випускників, що мають диплом бакалавра, передбачається складання вступного іспиту.

Перелік питань для підготовки до іспиту базується на навчальному матеріалі фундаментальних та спеціальних дисциплін, що вивчались бакалаврами.

Мета фахових вступних випробувань зі спеціальності для вступу в магістратуру – визначення рівня підготовленості вступників, які бажають навчатись у Полтавському університеті економіки і торгівлі за спеціальністю «Комп'ютерні науки».

Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів. Для успішного засвоєння навчального плану магістратуру абітурієнти повинні мати базову вищу освіту зі спеціальності «Комп'ютерні науки» або спорідненим та здібності до оволодіння знаннями, уміннями і навичками в галузі природничо-наукових, професійних наук.

Обов'язковою умовою є володіння українською мовою.

Характеристика змісту програми. Програма екзамену спирається на навчальний план підготовки бакалавра зі спеціальності «Комп'ютерні науки» (або спорідненому напрямку) та вимоги до студентів, визначених у робочому плані магістра зі спеціальності «Комп'ютерні науки».

Теми, що характеризують основні функції бакалавра на певних ділянках його професійної роботи відповідно до навчального плану, утворюють окремі розділи програми й у своїй єдності відображають вимоги до навчання в магістратуру за спеціальністю «Комп'ютерні науки».

Теми відбивають тематику, необхідну магістру з «Комп'ютерних наук» у його професійній діяльності.

Порядок проведення екзамену визначається Положенням про приймальну комісію ПУЕТ.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСИТЬСЯ НА ФАХОВЕ ВСТУПНЕ ВИПРОБУВАННЯ

Тема 1. Інформатика

1. Історичний огляд розвитку обчислювальної техніки.
2. Поняття про інформацію. Властивості інформації.
3. Означення алгоритму та його основні властивості (дискретність, масовість, результативність, скінченність).
4. Основні структури алгоритмів (послідовність, вибір, повторення).
5. Основні етапи розробки програм (редагування, трансляція, компонування).
6. Загальна структура програми мовою Object Pascal.
7. Оператори введення та виведення мови Object Pascal (Delphi).
8. Оператори циклів.
9. Оператор множинного вибору case.
10. Масиви в Object Pascal.
11. Процедури і функції мови Turbo Pascal.
12. Методи сортування масивів (метод вставки, метод обміну, бульбашковий метод).
13. Метод прямого, та бінарного пошуку в масивах.
14. Тип даних “запис”(record) та оператор приєднання with.
15. Тип даних „множина” (set). Операції з множинами.
16. Структура модулів мови Pascal.
17. Система бібліотечних модулів мови Pascal.
18. Типи файлів мови Pascal. Ініціалізація, відкриття та закриття файлів.
19. Базові поняття об’єктно-орієнтовного програмування.
20. Інкапсуляція в об’єктно-орієнтовному програмуванні.
21. Наслідування даних і методів в об’єктах.
22. Поліморфізм в об’єктно-орієнтовному програмуванні.
23. Загальна характеристика середовища Delphi 2005.
24. Події в Delphi та їх зв’язок із об’єктами.
25. Робота із графікою в середовищі Delphi 2005. Компоненти Form та Image. Властивість Canvas.
26. Процедури для роботи з файлами мови Object Pascal

Типові задачі

1. Скласти програму алгоритмічною мовою Pascal для обчислення значення функції в залежності від значень аргументу:
$$y = \begin{cases} \pi x^2 - 7/x^2 & 1 \leq x \leq 5 \\ ax^3 + 7\sqrt{x} & x < 1 \\ \lg(x + 7\sqrt{x}) & x > 5 \end{cases}$$
2. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Визначити, чи є серед перших трьох цифр з дробової частини заданого додатного дійсного числа цифра 0.
3. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. За номером y ($y > 0$) деякого року визначити c – номер його сторіччя.

4. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Якщо рівняння $ax^2 + bx + c$ має дійсні корені, то змінним $x1$ та $x2$ надати значення коренів, а якщо ні – надати їм нульових значень.
5. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Дано натуральне число n . Обчислити $\sum_{k=1}^n \frac{(1-)^{k+1}}{k(k+1)}$.
6. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Значення змінних a, b та c змінити місцями так, щоб виконувалася умова $a \geq b \geq c$.
7. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Обчислити довжину кола, площу круга і об'єм кулі одного і того ж заданого радіуса.
8. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Якщо значення змінної w не дорівнює 0 і при цьому котангенс від w менше ніж 0.5, то змінити знак у w , а якщо $w=0$, то w надати значення 1.
9. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. За координатами трьох вершин деякого трикутника і куту (в градусах) між ними знайти довжину третьої сторони і площу цього трикутника.
10. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Дано число x . Написати в зростаючому порядку числа $\sin x, 1+|x|, (1+x^2)^2$.
11. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Знайти добуток цифр заданого чотирьохзначного числа.
12. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Визначити число, одержане виписуванням у зворотньому порядку цифр заданого тризначного числа.
13. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Дані числа a, b, c . Якщо неможливо побудувати трикутник із такими сторонами, то надрукувати 0, інакше надрукувати 3, 2 або 1 в залежності від того, чи правильний цей трикутник, чи рівнобедрений, чи якийсь інший.
14. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Визначити, чи дорівнює квадрат заданого чотирьохзначного числа сумі двох його останніх цифр.
15. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Якщо сума трьох попарно різних дійсних чисел x, y, z менша за одиницю, то найменше з цих трьох чисел замінити півсумою двох інших; в іншому випадку замінити менше з x і y півсумою двох значень, що залишилися.
16. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. У числовій послідовності, яка містить число n , визначити скільки від'ємних чисел слідує за n .
17. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Визначити, чи дорівнює сума двох перших цифр заданого чотирьохзначного числа сумі двох його останніх цифр.
18. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. У числовій послідовності введених з клавіатури чисел визначити кількість додатних і парних додатних чисел.

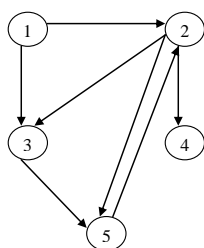
19. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Дані дійсні числа x і y . Менше з двох чисел замінити їх півсумою, а більше – їх подвоєним добутком.
20. Скласти наступну програму алгоритмічною мовою Pascal. Дано три довільних числа. Визначити, чи можна побудувати трикутник з такими довжинами сторін.

Тема 2. Теорія систем та математичне моделювання

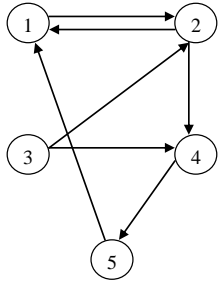
1. Означення системи та його еволюція.
2. Поняття об'єкту і моделі. Принципи моделювання.
3. Загальна класифікація моделей.
4. Типи математичних моделей.
5. Етапи побудови математичної моделі.
6. Графічне представлення системи. Типи задання графових моделей.
7. Внутрішньо стійкі підмножини вершин графової моделі. Число внутрішньої стійкості.
8. Зовні стійкі підмножини вершин графової моделі. Число зовнішньої стійкості.
9. Внутрішньо повні підмножини вершин графової моделі. Число внутрішньої повноти.
10. Вершинні і реберні графові моделі систем. Перетворення матриці інцидентності.
11. Застосування методу квазімінорів для відшукування шляхів у графі.
12. Основні кроки алгоритму декомпозиції структурної схеми системи.
13. Показники якості структурної схеми.
14. Побудова структурної схеми системи за диференціальним рівнянням системи.
15. Складання диференціального рівняння системи за її структурною схемою.
16. Метод зрівнювальних операторів для диференціального рівняння з'єднань. Правило композиції операторів.
17. Алгоритм знаходження рівнянь вільного та вимушеного рухів в системі.
18. Основні поняття про багатовимірні системи. Рівняння стану і виходу багатовимірних систем.
19. Стійкість лінійних стаціонарних систем. Стійкість за входом та за початковими даними.
20. Необхідні та достатні умови стійкості системи.

Типові задачі

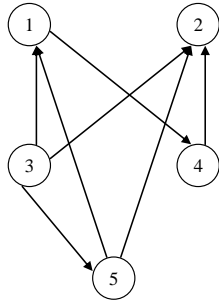
1. Для заданого графа системи визначити число внутрішньої стійкості



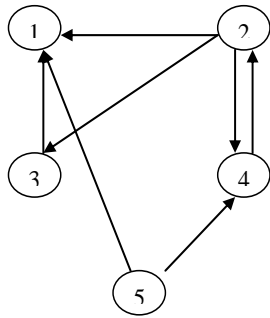
2. Для заданого графа системи визначити число зовнішньої стійкості



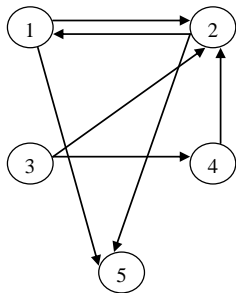
3. Для заданого графа системи визначити число внутрішньої повноти



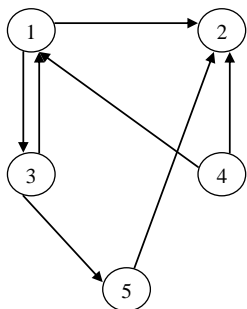
4. Для заданого графа системи визначити кількість шляхів із вершини 4 до вершини 3 за методом квазімінорів.



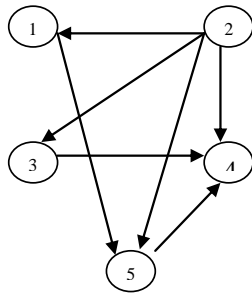
5. Для заданого графа системи знайти найдовший шлях із вершини 4 до вершини 5 за методом квазімінорів.



6. Для заданого графа системи знайти найкоротший шлях із вершини 4 до вершини 3 за методом квазімінорів.



7. Для заданого графа системи визначити ранги вершин, центр та периферійні вершини.



8. При яких значеннях параметра k система, що описується диференціальним рівнянням

$$x^{(4)} + 4x^{(3)} + 2x^{(2)} + 3\dot{x} + kx = g$$

буде стійкою.

9. Знайти вихідний сигнал системи, що описується диференціальним рівнянням

$$\ddot{x}(t) + 4\dot{x}(t) - 2x(t) = g(t)$$

з початковими умовами $x(0) = -5$, $\dot{x}(0) = 3$ при вхідному сигналі

$$g(t) = \begin{cases} 3e^{2t}, & t > 0, \\ 0, & t \leq 0. \end{cases}$$

10. Дослідити необхідну та достатні умови стійкості системи, що описується диференціальним рівнянням

$$3\ddot{x} - 5\dot{x} + 32x - 7x = g.$$

Тема 3. Системи та методи прийняття рішень

1. Характеристика суб'єктів процесу прийняття рішень (особа, що приймає рішення, володар проблеми, консультант, експерт).
2. Характеристика об'єктів процесу прийняття рішень (рішення, альтернатива, критерії, оцінки).
3. Задачі теорії корисності. Задача про вази.
4. Дерево рішень та алгоритм його використання.
5. Класифікація задач прийняття рішень.
6. Інформаційні ситуації, пов'язані із ризиком.
7. Критерій Бейеса для задач прийняття рішень в умовах ризику.
8. Модальний критерій для задач прийняття рішень в умовах ризику.
9. Загальна характеристика критеріїв індивідуального вибору рішень.
10. Стратегії поведінки особи, що приймає рішення, в прийнятті індивідуальних рішень.
11. Правила вибору оптимальних рішень в кількісній та порядковій шкалі.
12. Критерій песимізму.
13. Критерій оптимізму.
14. Критерій максимуму середнього виграшу в кількісній шкалі переваг.
15. Критерій максимуму середнього виграшу в порядковій шкалі переваг.
16. Критерій Гурвіца в кількісній шкалі переваг.
17. Критерій Гурвіца в порядковій шкалі переваг.

18. Принципи прийняття групового рішення.
 19. Знаходження узагальнених експертних оцінок у ранговій шкалі.
 20. Загальна характеристика типів невизначеності в задачах прийняття рішень.

Типові задачі

1. Обчислити коефіцієнт конкордації (без врахування зв'язаних рангів). Зробити висновок.

	E1	E2	E3
O1	1	2	1,5
O2	2,5	2	1,5
O3	2,5	2	3
O4	4	5	4,5

2. Обчислити коефіцієнт конкордації (з врахуванням зв'язаних рангів). Зробити висновок.

	E1	E2
O1	1	1,5
O2	2,5	1,5
O3	2,5	3

3. В результаті проведення ранжування 4 об'єктів 3 експертами отримані впорядкування об'єктів, що представлені в таблиці. Знайти узагальнене впорядкування 4 об'єктів, що найбільш узгоджено з думкою 3 експертів за допомогою узагальненої матриці парних порівнянь.

	O1	O2	O3	O4
E1	2	1	4	3
E2	3	2	4	1
E3	1	2	3	4

4. На оптовому складі у підприємця є можливість вибрати продукцію для реалізації з двох консервних заводів. Дія Д1 – обрати завод 1; дія Д2 – обрати завод 2. За даними відділу маркетингу, який провів дослідження ринку було виявлено, що при успішній реалізації консервів заводу 1 очікується прибуток 500 грн., можливі збитки – 200 грн.; при успішній реалізації консервів заводу 2 прибуток становитиме 400 грн., а можливі збитки – 150 грн. Результати занесено в таблицю.

Завод	Ймовірність вибору заводу	Прибуток при дії	
		Д1	Д2
31	0,3	500	-150
32	0,7	-200	400

Знайти функцію корисності. Зробити висновок про вибір заводу.

5. Визначити оптимальне рішення з трьох можливих за критерієм максимуму середнього виграшу. Значення функції переваг для чотирьох ситуацій, а також імовірності настання кожної з них наведені в таблиці.

	S_1	S_2	S_3	S_4
Y_1	1	4	5	9
Y_2	3	8	4	3
Y_3	4	6	6	2
P_j	0.1	0.2	0.5	0.2

6. Визначити оптимальне рішення з трьох можливих за критерієм песимізму. Значення функції переваг для чотирьох ситуацій наведені в таблиці.

	S_1	S_2	S_3	S_4
Y_1	1. 5	4. 4	1	1
Y_2	3	4	4	3
Y_3	4. 5	6	3	9

7. Визначити оптимальне рішення з трьох можливих за критерієм оптимізму. Значення функції переваг для чотирьох ситуацій наведені в таблиці.

	S_1	S_2	S_3	S_4
Y_1	6	2. 1	3. 5	0
Y_2	3. 4	8	4	2. 8
Y_3	4	1.	6	2

8. Визначити оптимальне рішення з трьох можливих за критерієм Гурвіца. Значення функції переваг для чотирьох ситуацій наведені в таблиці. Коефіцієнт песимізму $h=0,6$.

	S_1	S_2	S_3	S_4
Y_1	4. 8	7. 2	5	8
Y_2	1. 2	8. 3	4	1. 1
Y_3	4	6. 5	6	2

Тема 4. Бази даних та інформаційні системи

1. Компоненти середовища СКБД. Апаратне забезпечення. Програмне забезпечення. Дані. Процедури. Користувачі.
2. Розробка бази даних. Розподіл обов'язків у системах з базами даних. Адміністратори даних і адміністратори баз даних. Розроблювачі баз даних. Прикладні програмісти. Користувачі.
3. Функції СКБД. Збереження, витяг і відновлення даних. Каталог, доступний кінцевим користувачам. Підтримка транзакцій. Сервіси керування паралельністю.

4. Функції СКБД. Сервіси відновлення. Сервіси контролю доступу до даних. Підтримка обміну даними. Служби підтримки цілісності даних. Служби підтримки незалежності від даних.
5. Реляційна цілісність. Визначник NULL. Цілісність сутностей. Посилальна цілісність. Корпоративні обмеження цілісності.
6. Реляційні мови. Реляційна алгебра. Вибірка (чи обмеження). Проекція.
7. Реляційні мови. Реляційна алгебра.. Декартовий добуток. Об'єднання. Різниця.
8. Реляційні мови. Реляційна алгебра. Операції з'єднання. Тета-з'єднання (θ - join). Природне з'єднання. Зовнішнє з'єднання. Напівз'єднання. Перетинання. Розподіл.
9. Реляційне числення. Реляційне числення кортежів. Реляційне числення доменів.
10. Представлення. Термінологія. Призначення представлень. Відновлення представлень.
11. Правила визначення реляційності СКБД. Фундаментальні правила (правила 0 і 12). Структурні правила (правила 1 і 6). Правила цілісності (правила 3 і 10). Правила маніпулювання даними (правила 2, 4, 5 і 7). Правила незалежності від даних (правила 8, 9 і 11).
12. Загальний огляд процедури проектування бази даних. Моделювання даних. Критерії оцінки моделі даних.
13. Концептуальне проектування бази даних. Логічне проектування бази даних. Фізичне проектування бази даних. Загальний огляд.
14. Проектування програми. Проектування транзакцій. Рекомендації з проектування користувальницького інтерфейсу.
15. Концепції ER-моделі та типи сутностей. Способи представлення сутностей на діаграмі. Атрибути та ключі. Представлення атрибутів на діаграмах. Типи зв'язків. Представлення зв'язків на діаграмах. Атрибути зв'язків.
16. Структурні обмеження. Показник кардинальності. Зв'язки „один до одного” , „один до багатьох, „багато до багатьох”. Ступінь участі.
17. Проблеми ER-моделювання. Пастки розгалуження. Пастки розриву.
18. EER-модель. Суперкласи і підкласи типів сутностей. Спадкування атрибутів. Спеціалізація. Генералізація. Обмеження, що накладаються на процедури спеціалізації і генералізації. Категоризація.
19. Нормалізація. Мета нормалізації. Надмірність даних і аномалії відновлення. Аномалії вставки. Аномалії видалення. Аномалії відновлення.
20. Нормалізація. Властивості з'єднання без втрат і збереження залежності. Функціональні залежності. Процес нормалізації.
21. Нормалізація. Перша нормальна форма (1 НФ).
22. Нормалізація. Друга нормальна форма (2НФ). Повна функціональна залежність. Визначення другої нормальної форми.
23. Нормалізація. Третя нормальна форма (3НФ). Транзитивна залежність. Визначення третьої нормальної форми.
24. Нормалізація. Нормальна форма Бойса - Кодда (НФБК). Визначення нормальної форми Бойса – Кодда.

25. Четверта нормальна форма (4НФ). Багатозначна залежність. Визначення четвертої нормальної форми.
26. П'ята нормальна форма (5НФ). Залежність з'єднання. Визначення п'ятої нормальної форми (5НФ).

Типові задачі

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Касир** (Код касира, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
2. **Клієнт** (Код клієнта, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Операцій** (Дата операції, Код касира, Код клієнта, Дебет, Кредит, Залишок).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного касира** та включити наступні атрибути: **Дата операції, Касир.прізвище, Клієнт.Прізвище, Залишок.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Продавець** (Код продавця, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
2. **Покупець** (Код покупця, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Продажу** (Дата продажу, Код продавця, Код покупця, Товар, Кількість, Вартість).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного продавця** та включити наступні атрибути: **Дата продажу, Продавець.прізвище, Покупець.Прізвище, Вартість.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Касир** (Код касира, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
2. **Пасажир** (Код пасажиру, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Білетів** (Дата рейсу, Код касира, Код пасажиру, Пункт призначення, Відстань).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного пасажира** та включити наступні атрибути: **Дата продажу, Касир.прізвище, Клієнт.Прізвище, Відстань.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Автомобілі** (Код авто, Марка, Дата виготовлення, Державний номер, Кольор).
2. **Водії** (Код водія, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Рейсів** (Дата рейсу, Код водія, Код авто, Вантаж, Кількість, Відстань).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного водія** та включити наступні атрибути: **Дата рейсу, Водій.прізвище, Авто.Марка, Відстань.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Учень** (Код учня, Прізвище, Дата народження, Адреса).
2. **Дисципліна** (Код дисципліни, Назва дисципліни, Прізвище вчителя).
3. **Облік_Успішності** (Дата екзамену, Код учня, Код дисципліни, Оцінка, Вчитель).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного учня** та включити наступні атрибути: **Дата екзамену, Учень.прізвище, Назва дисципліни, Оцінка.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Робітник** (Код робітника, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
2. **Підрозділ** (Код підрозділу, Назва, Керівник).
3. **Облік_кадрів** (Дата призначення, Код робітника, Код підрозділу, Місячна ставка).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного підрозділу** та включити наступні атрибути: **Дата призначення, Робітник.прізвище, Підрозділ.Назва, Ставка.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Літаки** (Код літака, Марка, Дата виготовлення, Номер рейса, Номер борта).
2. **Пілоти** (Код пілота, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Рейсів** (Дата рейсу, Код пілота, Код літака, Призначення, Відстань).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного літака** та включити наступні атрибути: **Дата рейсу, Пілот.прізвище, Літак.Марка, Відстань.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Провізор** (Код провізора, Прізвище, Дата народження, Адреса).
2. **Ліки** (Код ліки, Назва ліки, Показання, Ціна).
3. **Облік_Продажу** (Дата продажу, Код ліки, Код провізора, Хворий, Використання).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного провізора** та включити наступні атрибути: **Дата продажу, Назва ліки, Хворий, Показання.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Склад** (Код складу, Назва, ЗавСкладом, Адреса,).
2. **Товар** (Код товару, Назва, Одиниця виміру, Категорія, Ціна).
3. **Облік_замовлень** (Дата замовлення, Код складу, Код товару, Кількість, Загальна вартість).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного товару** та включити наступні атрибути: **Дата замовлення, ЗавСкладом, Товар.Назва, Загальна ціна.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Автобуси** (Код авто, Марка, Дата виготовлення, Номер рейса, Кількість місць).
2. **Водії** (Код водія, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса, Клас).
3. **Облік_Рейсів** (Дата рейсу, Код водія, Код автобуса, Призначення, Відстань).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного водія** та включити наступні атрибути: **Дата рейсу, Водій.прізвище, Автобус.Марка, Відстань.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Хворий** (Код хворого, Прізвище, Дата народження, Адреса).
2. **Лікар** (Код лікаря, Прізвище, Спеціальність, Кабінет, Стаж).
3. **Облік_Прийому** (Дата прийому, Код лікаря, Код хворого, Діагноз, Час огляду).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного лікаря** та включити наступні атрибути: **Дата прийому, Лікар.Прізвище, Хворий.Прізвище, Діагноз.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Поштар** (Код поштаря, Прізвище, Паспорт, Адреса, Стаж).
2. **Видання** (Код видання, Назва, Тираж, Категорія, Ціна).
3. **Облік_отримань** (Дата отримання, Код поштаря, Код видання, Ціна).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного видання** та включити наступні атрибути: **Дата отримання, Прізвище, Назва, Ціна.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Поїзди** (Код поїзда, Напрямок, Тип поїзда, Кількість білетів).
2. **Касири** (Код касиру, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Білетів** (Дата рейсу, Касир, Код поїзду, Код призначення, Відстань).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного касиру** та включити наступні атрибути: **Дата рейсу, Касир.прізвище, Напрямок, Відстань.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Продавець** (Код продавця, Прізвище, Дата народження, Адреса).
2. **Товар** (Код товару, Назва, Категорія, Вартість).
3. **Облік_Продажу** (Дата продажу, Код продавця, Код товару, Кількість, Загальна вартість).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного товару** та включити наступні атрибути: **Дата продажу, Прізвище, Назва, Кількість.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Банк** (Код банку, Назва, МФО, Адреса, Код ЄДРПОУ).
2. **Фірма** (Код фірма, Назва, Директор, Адреса, Форма оподаткування).
3. **Облік_коштів** (Дата операції, Код банку, Код фірми, Дебет, Кредит, Залишок).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаної фірми** та включити наступні атрибути: **Дата операції, Банк.Назва, Фірма.Назва, Залишок.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Фірми** (Код фірми, Назва, Адреса, Тип оподаткування, Код ЄДРПОУ).
2. **Договори** (Код договору, Термін, Сума, Обов'язки сторін).
3. **Облік_Договорів** (Дата укладання, Код фірми, Код договору, Прізвище хто підписав).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаної фірми** та включити наступні атрибути: **Дата укладання, Сума, Термін, Назва, Хто підписав.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Нерухомість** (Код нерухомості, Назва, Адреса, Тип, Стан).
2. **Орендар** (Код орендаря, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Оренди** (Дата початку, Код нерухомості, Код орендаря, Термін, Вартість).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного орендаря** та включити наступні атрибути: **Дата початку, Назва, Прізвище, Термін, Вартість.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Посада** (Код посади, Назва, Категорія, Посадова ставка).
2. **Робітник** (Код робітника, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).

3. **Облік_Призначень** (Дата призначення, Код посади, Код робітника, Відділ).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного робітника** та включити наступні атрибути: **Дата призначення, Прізвище, Назва, Ставка.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Автомобіль** (Код авто, Дата виготовлення, Виробник, Марка, Держ_Номер).
2. **Власник** (Код власника, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Порушень** (Дата порушення, Код авто, Код власника, Порушення, Штраф, Інспектор).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного власника** та включити наступні атрибути: **Дата порушення, Прізвище, Марка, Держ Номер, Штраф.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Автомобиль** (Код авто, Дата виготовлення, Виробник, Марка, Колір).
2. **Покупець** (Код покупця, Прізвище, Паспорт, Дата народження, Адреса).
3. **Облік_Продажу** (Дата продажу, Код авто, Код покупця, Вартість, Продавець).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного покупця** та включити наступні атрибути: **Дата продажу, Прізвище, Марка, Вартість, Вартість.**

Пропонується система відношень, які зв'язані між собою:

1. **Змагання** (Код змагання, Вид спорту, Дисципліна, Суддя).
2. **Спортсмен** (Код спортсмена, Прізвище, Держава, Дата народження).
3. **Облік_Результатів** (Дата виступу, Код змагання, Код спортсмену, Очки, Арена).

I. Для третього відношення запропонуйте атрибут(и), які будуть утворювати первинний ключ та хоча-б один альтернативний ключ.

II. Використовуючи команду **Select** мови **SQL** написати команду вибірки з наведених таблиць для **вказаного спортсмена** та включити наступні атрибути: **Дата виступу, Дисципліна, Прізвище, Результат, Арена.**

Тема 5. Методи оптимізації та дослідженні операцій

1. Задача лінійного програмування. Її властивості.
2. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування та графічний метод її розв'язку.
3. Симплекс-метод.
4. Метод штучного базису.
5. Двоїстість в лінійному програмуванні.
6. Двоїстий симплекс-метод.
7. Транспортна задача та її властивості.
8. Методи знаходження початкового базисного розв'язку в транспортній задачі.
9. Метод потенціалів для транспортної задачі.
10. Задача про оптимальний потік та її розв'язування.
11. Задача про максимальний потік та метод Форда-Фалкерсона.
12. Перший алгоритм Гоморі для повністю цілочислових задач та його обґрунтування.
13. Другий алгоритм Гоморі для частково цілочислових задач.
14. Алгоритм Дальтона-Ллевеліна для задач дискретного програмування.
15. Алгоритм Лонд-Дойга для задач цілочислового програмування.
16. Метод гілок та меж і його обґрунтування.
17. Матричні ігри. Розв'язування в чистих стратегіях. Сідлова точка.
18. Мішані стратегії в матричних іграх. Теорема про мінімакс.
19. Зв'язок матричної гри з парою двоїстих задач лінійного програмування.
20. Розв'язування матричних ігор графічно та методом Брауна-Робінсона.
21. Поняття про методи нелінійного програмування. Метод найшвидшого спуску. Метод штрафних функцій. Метод проектування узагальнених градієнтів.
22. Опукле програмування.
23. Розв'язування задачі квадратичного програмування на основі знаходження сідлової точки функції Лагранжа.
24. Задача про призначення та її розв'язування угорським методом.

Типові задачі

1. Записати необхідні і достатні умови існування сідлової точки для функції Лагранжа для задачі:

$$f = -2x_1 + 8x_2 - x_1^2 - x_2^2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 12 \\ -x_1 + x_2 \geq -8 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. По заданій платіжній матриці A знайти графічний, а потім аналітичний розв'язок гри двох осіб з нульовою сумою (без зведення до пари двоїстих задач)

$$\begin{pmatrix} 5 & 3 & 6 \\ 7 & 9 & 2 \end{pmatrix}.$$

3. По заданій платіжній матриці A знайти графічний, а потім аналітичний розв'язок гри двох осіб з нульовою сумою (без зведення до пари двоїстих задач)

$$\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 8 & 7 \\ 1 & 8 \end{pmatrix}.$$

4. Використовуючи метод штрафних функцій знайти максимальне значення функції $f = -x_1^2 - x_2^2$ при умовах:

$$(x_1 - 3)^2 + (x_2 - 5)^2 \leq 1.$$

Зробити 2 перші ітерації.

5. Використовуючи метод штрафних функцій знайти мінімальне значення функції $f = x_1^2 + x_2^2$ при умовах:

$$(x_1 - 2)^2 + (x_2 - 2)^2 \leq 1.$$

Зробити 2 перші ітерації.

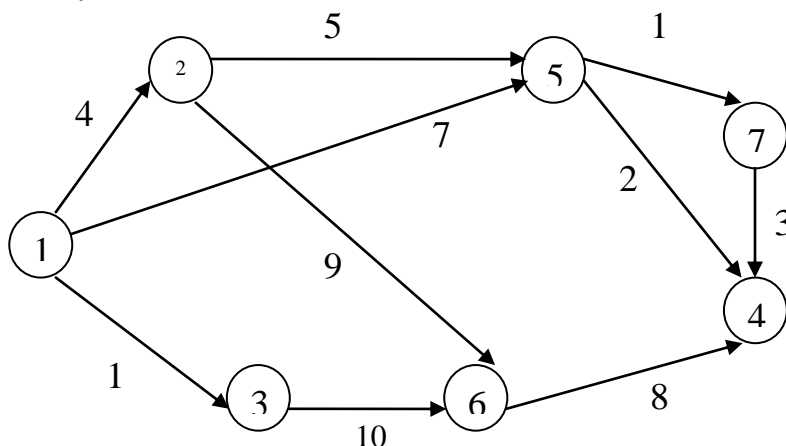
6. Одна з пари двоїстих задач лінійного програмування для матричної гри 3×3 з ненульовими елементами розв'язана симплекс-методом. Наведена остання симплекс-таблиця. Знайти стратегії гравців та ціну гри.

i	Базис	C_b	P_0	1	1	1	0	0	0
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	P_2	1	1/3	1/2	1	0	2/3	2	0
2	P_3	1	1/3	1	0	1	0	-2	0
3	P_6	0	1	1/3	0	0	-1	-1	1
4	Δ_j	x	2/3	1/2	0	0	2/3	0	0

7. Знайти градієнтним методом мінімальне значення функції z . За вихідну точку взяти точку $(0, 0)$. Використати метод найшвидшого спуску. Виконати дві перші ітерації.

$$Z = \frac{1}{9}x^2 - \frac{2}{9}x + y^2 + 2y + 4,25$$

8. Методом гілок та меж знайти найкоротший шлях з вершини 1 до вершини 4.



9. Розв'язати угорським методом задачу про призначення з матрицею ефективності C .

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 4 \\ 1 & 0 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

10. По останній симплекс-таблиці розв'язку допоміжної ЗЛП записати відсікання Дальтона-Левеліна і зробити один перерахунок симплекс-таблиці двоїтим симплекс-методом.

<i>i</i>	Базис	C_b	P_0	1	-1	2	0	0	
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	
1	P_2	-1	3,4	0	1	-0,6	0	1,2	$x_1 \in D^1 = \{0; 1; 2; 3\}$
2	P_1	0	1,8	1	0	2,2	0	-2	$x_2 \in D^2 = \{0; 2; 3; 4\}$
3	P_4	0	3,1	0	0	-0,5	1	1	$x_3 \in D^3 = \{0; 1; 2; 4; 6\}$

11. По рядку з симплекс-таблиці записати відсікання Гоморі, якщо

а) $x_i \in Z, i=1, 4$ повністю цілочисельна задача;

б) $x_i \in Z, i=1, 2$ частково цілочисельна задача.

$$-\frac{3}{5}x_1 + \frac{7}{5}x_2 - \frac{9}{5}x_3 + \frac{3}{5}x_4 = -\frac{11}{5}$$

12. По останній симплекс-таблиці розв'язку допоміжної ЗЛП записати відсікання Дальтона-Левеліна і зробити один перерахунок симплекс-таблиці двоїтим симплекс-методом.

<i>i</i>	Базис	C_b	P_0	1	-1	0	0	
				P_1	P_2	P_3	P_4	
1	P_4	0	1/2	3/5	0	-1/10	1	$x_1 \in D^1 = \{0; 1; 3\}$
2	P_2	-1	15/6	-1/6	1	2	0	$x_2 \in D^2 = \{0; 1; 2; 3; 4\}$

13. Скласти математичну модель даної задачі. Учнівській бригаді виділили під посів культур **A** і **B** дві ділянки землі площею 8 і 9 га. Середня врожайність з першої ділянки культури **A** – 16 ц з га, культури **B** – 35 ц з га, з другої ділянки – культури **A** – 14 ц з га, культури **B** – 30 ц з га. Від реалізації 1 ц культури **A** одержують 2,5 грн, культури **B** – 1.4 грн. Скільки гектарів і на яких ділянках потрібно відвести під кожну культуру, щоб прибуток від реалізації був максимальним, якщо за планом мають зібрати не менше 150 ц культури **A** і 220 ц культури **B**.

14. Для нормального проходження технологічного процесу в одному з цехів кондитерської фабрики потрібні цукор, патока, горіхи, олія, какао, місячна норма споживання яких повинна бути не меншою, відповідно, ніж 110, 100, 60, 20, 25, з яких виробляють горіхову карамель трьох видів **B₁**, **B₂**, **B₃**. В таблиці дан вміст кожного продукту в кожному з видів карамелей в кг на 1 кг.

Продукти	Вміст продуктів в карам.		
	B_1	B_2	B_3
цукор	0.6	0.6	0.65
патока	0.3	0.35	0.13

горіхи	0.1	0.1	0.2
олія	0.05	0.06	0.07
какао	0.05	0.04	0
Ціна 1 кг карамелей	3.50	4.00	4.00

Скласти математичну модель даної задач, максимізував сумарну вартість виробленої продукції.

15. Для нормальної життєдіяльності людині треба споживати щодоби 10 г. вітаміну А, 15 г вітаміну С і 3 г. вітаміну В. Потрібно також, щоб в раціоні вміст білків, жирів та вуглеводів був не менше 200,100,300 грамів відповідно. Скласти раціон, який задовольняє всі ці вимоги з продуктів, які є в наявності, щоб кількість кілокалорій була мінімальною. Вміст даних речовин в грамах на 1 кг продуктів наведено в таблиці

	Білки	Жири	Вуглев.	Віт. А	Віт. В	Віт. С	Кільк.ккал
Хліб	5	15	100	0.1	0.05	0.02	200
Молоко	80	50	60	0.9	0.07	3.0	120
М'ясо	150	100	80	5.0	0.10	5.0	2000
Овочі	10	30	150	0.05	0.01	7.0	150
Яйця	120	10	70	2.5	0.10	2.0	2600

16. Розв'язати графічно задачу лінійного програмування.

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 &\rightarrow \max \\ -x_1 + 2x_2 &\leq 24; \quad x_1 + 3x_2 \geq 15; \\ x_1 + 2x_2 &\leq 24; \quad x_1 \leq 8; \quad x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

17. Розв'язати задачу методами лінійного програмування. Скласти задачу, двоїсту по відношенню до даної, знайти її розв'язок.

$$\begin{aligned} -x_1 - 10x_2 &\rightarrow \max \\ -2x_1 - 2x_2 + 2x_5 &= -1; \\ -2x_1 + 2x_2 + x_3 &= -2; \\ -4x_1 + 2x_2 + x_4 &= -1 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 &\geq 0 \end{aligned}$$

18. Розв'язати двоїстим симплекс-методом задачу лінійного програмування. Скласти задачу, двоїсту по відношенню до даної, знайти її розв'язок.

$$\begin{aligned} -1/3x_1 - 1/2x_2 &\rightarrow \max \\ -4x_1 + 2x_2 + 2x_5 &= -3; \\ 2x_1 - 4x_2 + 2x_3 &= -1; \\ -2x_1 - 2x_2 + 2x_4 &= -5 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 &\geq 0 \end{aligned}$$

19. Знайти опорний план транспортної задачі. Методом потенціалів знайти одне поліпшення цього плану.

Виробники	Споживачі			
	B_1	B_2	B_3	a_i
A_1	15	6	12	45
A_2	4	6	8	38
A_3	24	21	5	23
A_4	12	9	12	84
b_j	70	65	55	

20. Розв'язати звичайним симплекс-методом задачу лінійного програмування.

$$\begin{aligned}
 & x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max \\
 & 2x_1 + 5x_2 + 6x_3 \leq 1 ; \\
 & 9x_1 + 4x_2 + 5x_3 \leq 1 ; \\
 & x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\
 & x_1, x_2, x_3 \geq 0
 \end{aligned}$$

21. Розв'язати задачу методами лінійного програмування. Скласти задачу, двоїсту по відношенню до даної, знайти її розв'язок.

$$\begin{aligned}
 & x_1 + x_2 \rightarrow \max \\
 & 2x_1 - x_2 \leq 8 ; \\
 & 4x_1 + 9x_2 \leq 27 ; \\
 & x_1, x_2 \geq 0
 \end{aligned}$$

22. Одна з пари двоїстих задач лінійного програмування для матричної гри 3×3 з ненульовими елементами розв'язана симплекс-методом. Наведена остання симплекс-таблиця. Знайти стратегії гравців та ціну гри.

<i>i</i>	Базис	C_0	P_0	1	1	1	0	0	0
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	P_2	1	1/3	1/2	1	0	2/3	2	0
2	P_3	1	1/3	1	0	1	0	-2	0
3	P_6	0	1	1/3	0	0	-1	-1	1
4	Δ_j	x	2/3	1/2	0	0	2/3	0	0

23. Знайти опорний план транспортної задачі. Методом потенціалів знайти одне поліпшення цього плану.

Виробники	Споживачі				
	B_1	B_2	B_3	B_4	a_i
A_1	4	9	5	7	28
A_2	11	10	3	8	37
A_3	7	6	14	10	16
b_j	17	23	5	36	

24. Розв'язати звичайним симплекс-методом задачу лінійного програмування.

$$\begin{aligned}
 & x_1 + x_2 \rightarrow \max \\
 & 2x_1 - x_2 \leq 2 ; \\
 & 2x_1 + 6x_2 \leq 9 ; \\
 & x_1, x_2 \geq 0
 \end{aligned}$$

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

Оцінювання знань абітурієнтів проводиться за 200-бальною шкалою. При цьому використовуються такі критерії:

176-200 балів	Виставляється за ґрунтовні і повні знання, вільне володіння термінологією, розуміння сутності інформаційних процесів. Абітурієнт дав правильну, вичерпну відповідь на поставлене питання, продемонстрував глибокі знання, уміння аргументувати своє ставлення до відповідних категорій, залежностей, явищ.
158-175 балів	Виставляється за ґрунтовні і повні знання, вільне володіння термінологією, розуміння сутності інформаційних процесів. У відповідях можуть бути лише окремі несуттєві помилки або неточності. Абітурієнт загалом відповів на поставлене запитання, але не спромігся переконливо аргументувати свою відповідь, помилився у використанні понятійного апарату, припустив несуттєву помилку і відповіді.
140-157 балів	Виставляється за правильні, але недостатньо обґрунтовані відповіді, в яких можуть бути окремі помилки або не чітке тлумачення термінів та понять. Абітурієнт отримує за правильну відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
115-139 балів	Виставляється за в цілому правильні але неповні відповіді, в яких допускаються суттєві помилки, незнання або нерозуміння окремих термінів.
100-114 балів	Абітурієнт має неповне знання програмного матеріалу, але отримані знання відповідають мінімальним критеріям оцінювання.
0-99 балів	Виставляється за відповіді, в яких відсутня системність знань, або знань з основних питань теми, допускається плутанина в поняттях і термінах, має місце значна кількість грубих помилок.

Екзаменаційний білет містить 3 питання з основних розділів, приведених у Програмі.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Марченко А. И., Марченко Л. А. Программирование в среде *Borland Pascal 7.0*. – К.: ЮНИОР, 1998. – 430 с.
2. Культин Н.Б. Программирование в Turbo Pascal 7.0 и Delphi. – СПб: БХВ-Санкт-Петербург, 1999. – 234 с.
3. Поляков Д.Б., Круглов Н.Ю. Программирование в среде Турбо Паскаль. – М.: МАИ А/О “Росвузнаука”, 1992. – 576 с.
4. Боровиков А. В. Программирование в Delphi 2005. – СПб: БХВ-Санкт-Петербург, 2005. – 446 с.
5. Культин Н.Б. Delphi 6. Программирование на Object Pascal. – СПб: БХВ-Санкт-Петербург, 2004. – 526 с.
6. Гофман В. Э., Хомоненко А. Д. Delphi 6. – М.: Мир, 2004. – 1152 с.
7. Сухарев М. В. Основы Delphi. Профессиональный подход. – СПб.: Наука и Техника, 2004. – 600 с.
8. Фленов М. Е. Библия Delphi. – СПб: БХВ-Санкт-Петербург, 2004. – 880 с.
9. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений: Учебник. - М.: Логос., 2000. – 296 с.
10. Петров Э. Г., Новожилова М. В., Гребенник И. В., Соколова Н. А. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах: Учеб. пособие.– Херсон: ОЛДІ-плюс, 2003. – 380 с.
11. Блюмин С. Л., Шуйкова И. А. Введение в математические методы принятия решений.– Липецк: ЛипГУ, 1999. – 101 с.
12. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком. – К.: КНЕУ, 2000. – 292 с.
13. Грешилов А. А. Как принять наилучшее решение в реальных условиях. – М.: Радио и связь, 1991. – 345 с.
14. Лямец В. І., Тевяшев А. Д. Системний аналіз. Вступний курс. – Харків: ХНУРЕ, 2004. – 448 с.
15. Катренко А. В. Системний аналіз об’єктів і процесів комп’ютеризації: Навчальний посібник. – Львів: „Новий світ – 2000”, 2003. – 424 с.
16. Глушаков С. В., Жакин И. А., Хачиров Т. С. Математическое моделирование: Учебный курс. – Харьков: Фолио. – 2001, 524с.
17. Хроленко В.Н. Основы теории систем. - Киев: УМК ВО, 1988. – 88 с.
18. Нечипоренко В. П. Структурный анализ систем (эффективность и надежность). - М.: Сов. Радио, 1977. – 216 с.
19. Семенов В. В. Математическая теория управления в примерах и задачах. Уч. Пособие. –М.: Изд-во МАИ, 1977. – 262 с.
20. Исследование операций: В 2-х томах. Т. 1. Методологические основы и математические методы. - М.: Мир, 1981. - 712 с.
21. Исследование операций: В 2-х томах. Т. 2. Модели и применения. - М.: Мир, 1981. - 677 с.
22. Ермольев Ю.М., Ляшко И.И., Михалевич В.С., Тюття В.И. Математические методы исследования операций. – Киев: Вища шк., 1979. – 312 с.

23. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высш. шк., 1986. – 319 с.
24. Стоян Ю.Г., Соколовский В.З. Решение некоторых многоэкстремальных задач методом сужающихся окрестностей – Киев: Наук. думка, 1980. – 208 с.
25. Ковалко М.П., Денисюк С.П. Энергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. – Київ: УЕЗ, 1998. – 506 с.
26. Линейное и нелинейное программирование. / Под ред. И.Н. Ляшенко. – Киев: Вища шк., 1975. – 372 с.
27. Павлов А.А. Линейные модели в нелинейных системах управления. – Киев: Техніка, 1982 – 167 с.
28. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. – М.: Мир, 1974. – 519 с.
29. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К, Оптимизация в технике. Кн. 2. – М.: Мир, 1986. – 320 с.
30. Сытник В.Ф., Карагодова Е.А. Математические модели в планировании и управлении предприятиями. – Киев: Вища шк., 1985. – 214 с.
31. Шор Н.З., Стеценко С.И. Квадратичные экстремальные задачи и недифференцируемая оптимизация. Киев: Наук. думка, 1989. – 208 с.
32. Христиановский В.В, Гузь Н.Г., Кривенчук О.Г. Прикладная эконометрия. Донецк: ДонГУ, 1998. – 172 с.
33. Ємець О.О., Ємець Є.М. Метод відсікання в евклідовій комбінаторній оптимізації: Навч. посібник з курсу "Елементи комбінаторної оптимізації". - Полтава: ПолтГУ, 1997. - 30 с.
34. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.
35. Зайченко Ю.П.. Исследование операций. – Киев: Вища шк., 1979. – 392 с.
36. Стоян Ю.Г, Ємець О.О. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації. - К.: Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. - 188 с.
37. Петров Э.Г., Новожилова М.В., Гребінник И.В., Соколова Н.А. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2003. – 380 с.
38. Заславський Ю.Л. Сборник задач по линейному программированию. – М.: Наука, 1969. – 256 с.
39. Цурков В.И. Декомпозиция в задачах большой размерности. – М.: Наука, 1981. – 352 с.
40. Абрамов Л.И., Капустин В.Ф. Математическое программирование. – Л. : Изд. МГУ, 1981. – 328 с.
41. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Наука, 1980. – 256 с.
42. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. – М. Наука, 1969. – 368 с.
43. Боровик О.Л., Боровик Л.В. Дослідження операцій в економіці. – Київ.: ЦУЛ, – 2007. – 424 с.
44. Охріменко М.Г., Дзюбан І.Ю. Дослідження операцій – К.: ЦУЛ, 2006. – 184 с.
45. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування. – К. КНЕУ, 2005. – 452 с.