

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий інститут прикладного системного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою НН ІПСА

(протокол № 4 від 25 квітня 2022 р.)

ПРОГРАМА КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

здобувачів вищої освіти

освітнього ступеня «бакалавр»

за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз і управління»

спеціальності 124 Системний аналіз

Розроблено та рекомендовано:

Кафедрою математичних методів

системного аналізу

(протокол № 8 від 30 березня 2022 р.)

Київ 2022

ВСТУП

Програма комплексного атестаційного екзамену складена для проведення атестації здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр» з метою встановлення відповідності здобутих ними компетентностей та результатів навчання за освітньо-професійною програмою «Системи і методи штучного інтелекту»

(https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/124_OPPB_SAU_2021.pdf)

вимогам Стандарту вищої освіти спеціальності 124 Системний аналіз, зокрема виносяться на атестацію: загальні компетентності ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК4, ЗК8, ЗК 9, ЗК11, ЗК12, ЗК14, ЗК15; фахові компетентності ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК9 та результатів навчання ПР07, ПР08, ПР09, ПР12, ПР16.

Для перевірки вищезазначених компетентностей та результатів до програми комплексного атестаційного екзамену включено навчальні дисципліни базової або природничо-наукової підготовки та, відповідно, належать до циклу нормативної професійної підготовки навчального плану підготовки бакалавра за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз і управління» спеціальності 124 «Системний аналіз»:

- 1) Методи оптимізації і дослідження операцій**
- 2) Чисельні методи**
- 3) Об'єктно-орієнтоване програмування**

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЕКЗАМЕНУ

Вступний екзамен проводиться в дистанційному режимі, за методом «одержання екзаменаційного білету—повернення письмової роботи». Завданням на екзамені є розв'язання задач екзаменаційного білету. Екзаменаційний білет містить три завдання. Диференціації робочого часу, відведеного на виконання кожного завдання, немає. Фіксується час початку і закінчення роботи.

1. Екзамен проводиться у дистанційному режимі 21.06.2022 протягом чотирьох годин з 12-00 до 16-00 одночасно для всіх груп.
2. Екзаменаційний білет складається з трьох завдань практичного спрямування – по одному з трьох предметів відповідно до програми проведення комплексного атестаційного екзамену.
3. Для отримання екзаменаційного білета студент має надіслати зі своєї електронної адреси листа на адресу groupXX@gmail.com зі своїм прізвищем, номером групи і проханням надіслати завдання до кваліфікаційного екзамену за 15-20 хвилин до початку, тобто з 11-40 до 11-45.

4. На вказану адресу студент отримує білет з трьома завданнями.
5. Розв'язок кожного з завдань студент записує вручну, розбірливим почерком на окремому листку/листках (аркуші пронумеровано у межах завдання з відповідної дисципліни), на кожному з яких стоїть назва предмету, до якого відноситься це завдання, прізвище і підпис студента.
6. Студент фотографує всі листки зі своїми розв'язками і надсилає всі ці фотографії як приєднані файли одним електронним листом з вказанням номера свого варіанту і кількості приєднаних фотографій на адресу groupXX@gmail.com.
7. Час складання екзамену визначається за часом відправки листа з завданням і часом отримання відповіді.

ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ, ЩО ВІНОСИТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ АТЕСТАЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕН

Методи оптимізації і дослідження операцій

1. Умовна та безумовна задачі оптимізації та їхні характеристики. Класифікація задач та точок екстремуму.
2. Необхідні та достатні умови оптимальності в безумовній задачі оптимізації.
3. Задачі умовної оптимізації та їхня геометрична інтерпретація.
4. Достатні та необхідні умови екстремуму в класичній задачі на умовний екстремум. Умови регулярності.
5. Властивості та означення опуклих множин, як одного з основних понять сучасного випуклого аналізу. Теореми віддільності.
6. Теорія опуклих функцій. Означення та властивості опуклих функцій.
7. Диференціальні критерії опуклості функцій. Геометрична інтерпретація.
8. Поняття диференційовності для негладких опуклих функцій. Субградієнт та субдиференціал.
9. Властивості субдиференціалу опуклої функції та його роль в оптимізації. Дії над субдиференціалами.
10. Умови оптимальності для негладких опуклих функцій в загальній задачі мінімізації.
11. Задача математичного програмування, як задача з обмеженнями типа рівностей і нерівностей. Необхідні умови екстремуму в загальній задачі математичного програмування.

12. Теорема Куна-Таккера, як один з основних результатів теорії оптимізації для задачі математичного програмування. Умова Слейтера.

13. Градієнтний метод як основний чисельний метод першого порядку для задач безумовної оптимізації.

14. Методи другого порядку для чисельного розв'язання задач оптимізації. Метод Ньютона та його модифікації.

15. Спряжені напрямки та застосування їх до мінімізації квадратичних та неквадратичних функцій.

Чисельні методи

1. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь: половинного ділення, хорд, простої ітерації, дотичних.

2. Норми векторів та матриць. Число обумовленості.

3. Прямі методи розв'язання СЛАР: Гаусса, LU-розкладу, прогонки.

4. Ітераційні методи розв'язання СЛАР: простих ітерацій, Якобі, Зейделя.

5. Методи розв'язання систем нелінійних рівнянь: простих ітерацій, Ньютона.

6. Задача інтерполяції. Інтерполяційні многочлени Лагранжа, Ньютона, Ерміта.

7. Інтерполяційні сплайни.

8. Метод найменших квадратів.

9. Чисельне диференціювання. Формули чисельного диференціювання на основі інтерполяційних поліномів.

10. Чисельне інтегрування. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона.

11. Чисельні методи пошуку власних пар матриць: степеневий метод, метод скалярних добутків, метод Якобі.

12. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь: метод Ейлера та його модифікації, методи Рунге-Кутта.

13. Апостеріорна оцінка похибки. Правило Рунге.

14. Багатокрокові методи Адамса. Методи Адамса-Башфорта. Методи Адамса-Мултона.

15. Чисельні методи розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку: скінченних різниць, колокацій, Гальоркіна.

16. Методи розв'язання задач для рівнянь у часткових похідних . Основні поняття методу сіток.

17. Різницеві схеми для розв'язання рівнянь еліптичного типу.

18. Різницеві схеми для розв'язання рівнянь параболічного типу.

19. Різницеві схеми для розв'язання рівнянь гіперболічного типу.

Об'єктно-орієнтоване програмування

1. Об'єктно-орієнтована парадигма програмування. Основні принципи ООП: абстрагування, інкапсуляція, спадкування, поліморфізм та інші.
2. Основні властивості об'єктно-орієнтованої програми. Реалізація принципів абстрагування та інкапсуляції в протоколі опису класу. Конструктори, деструктори, селектори, модифікатори. Рівні доступу. Інтерфейс класу.
3. *Static*-поля та *static*-методи. Дружні функції та класи.
4. Відношення на рівні класів та на рівні об'єктів. Проста асоціація, агрегація та композиція. Реалізація принципу ієрархічності. Спадкування та його різновиди.
5. Принцип поліморфізму та його прояви в ООП. Статичний поліморфізм: перевантаження функцій та операторів. Динамічний поліморфізм: використання механізму віртуальних функцій. Пізнє зв'язування. Віртуальні та чисто віртуальні функції. Абстрактні класи та класи-інтерфейси.
6. Параметричний поліморфізм: використання шаблонів функцій і класів. Інстанціювання шаблону. Спеціалізації шаблону та їх різновиди.
7. Стандартна бібліотека шаблонів (STL) та її застосування. Робота з контейнерами стандартної бібліотеки. Види ітераторів. Використання стандартних алгоритмів бібліотеки.

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Білет № 0

1. Сформулюйте необхідні та достатні умови мінімуму для задачі безумовної оптимізації. Наведіть приклади задач, де необхідні умови виконуються, а достатні – ні, але стаціонарна точка буде точкою глобального мінімуму.

2. Для таблично заданої функції

x	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
y(x)	2,86	3,95	4,94	5,80	6,50	7,01

а) побудувати таблицю скінченних різниць;

б) за допомогою другого інтерполяційного многочлена Ньютона обчислити значення функції в точці $x=2,6$;

в) вивести формулу для похідної першого та другого порядку та обчислити їх в точці $x=2,5$.

3. Загальна специфікація. Побудуйте аналітичну діаграму класів, яка характеризує об'єктно-орієнтовану модель запропонованої задачі. Наведіть оголошення класів з описом їхніх полів та методів відповідно до варіанту завдання.

У кожному класі, який визначається, необхідно передбачити:

- конструктори умовчання, з параметрами та копіювання;
- деструктор;
- функції-селектори для доступу окремо до кожного поля;
- функції-модифікатори окремо для кожного з полів;
- функцію для виведення на екран інформації про поточний стан об'єкта.

Реалізації всіх методів припустимо подати у скороченому вигляді, з урахуванням найпростіших перевірок коректності вхідних параметрів. Значення для аргументів конструктора з параметрами передбачити через введення з клавіатури.

Побудуйте демонстраційний тестовий приклад, оформлений у методі `main()`, у межах якого створіть три об'єкти вказаного типу (для демонстрації виклику кожного конструктора). При виконанні завдання обов'язково дотримуйтесь основних принципів ООП.

Клас *Date* вважати уже визначеним.

Постановка задачі. Тип «Наукове досягнення» визначте як перерахування (`enum`) із значеннями полів «тези до доповіді», «стаття у фаховому виданні», «доповідь на міжнародній конференції», «стаття у міжнародному науковому журналі».

Тип «Людина» визначте як клас, який містить:

- поля з ім'ям, прізвищем та типу *Date* з датою народження;

- усі необхідні методи, реалізовані відповідно до загальних вимог.

Тип «*Студент*» визначте як клас, похідний від типу «*Людина*», який містить:

- поле цілого типу з курсом навчання;
- усі необхідні методи, реалізовані відповідно до загальних вимог.

Тип «*Публікація*» визначте як клас, який містить:

- поля типу «*Студент*», типу «*Наукове досягнення*» та типу *Date* з датою публікації;
- усі необхідні методи, реалізовані відповідно до загальних вимог.

Тип «*Дослідження*» визначте як клас, який містить:

- поле з темою дослідження;
- публікації як *двосторонню чергу STL*;
- функцію для додавання чергової публікації;
- функцію для видалення застарілих публікацій, виданих раніше вказаної дати;
- перевантаження оператора «+» для додавання всіх публікацій іншого дослідження до поточного;
- крім стандартної функції виведення повної інформації (публікації виводяться, починаючи з останньої доданої), передбачте перевантаження оператора потокового виведення для скороченої інформації з темою дослідження та кількістю публікацій за кожною з категорій «тези до доповіді», «стаття у фаховому виданні», «довідь на міжнародній конференції», «стаття у міжнародному науковому журналі»;
- усі інші необхідні методи, реалізовані відповідно до загальних вимог.

Демонстраційний приклад. Створіть об'єкти типу «*Дослідження*» відповідно до загальних вимог, за потреби — окремі допоміжні об'єкти інших типів. Продемонструйте роботу кожного з методів, описаних у цьому класі.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ (за системою ECTS, стобальна шкала)

Розв'язання кожної задачі оцінюється за такими критеріями:

95—100 — задачу розв'язано повністю, вірно

85—94 — задачу розв'язано вірно, відповідь правильна, але наявними є один-два недоліки (наявними є деякі методичні помилки, порушено послідовність викладок тощо)

75—84 — задачу розв'язано вірно, але відповідь неправильна (наявними є арифметичні помилки)

65—74 — задачу розв'язано неповністю, але намічено правильний хід розв'язування

60—64 — задачу не розв'язано, але наведено формули або твердження, що можуть бути використані при розв'язуванні задачі менше

60 — задачу не розв'язано

Результат роботи обчислюється як середнє арифметичне оцінок, що їх отримано за кожну задачу і заокруглюється до цілих.

Після закінчення атестаційного екзамену, на закритому засіданні екзаменаційної комісії, визначається середній бал оцінювання членами екзаменаційної комісії кожного запитання. Результуючі рейтингові бали окремого студента переводяться в оцінку за університетською шкалою:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сухарев А. Г. Курс методов оптимизации /А.Г.Сухарев, А.В.Тимохов, В.В.Федоров. — М.: Наука, 2001. — 326 с.
2. Пшеничный Б. Н. Выпуклый анализ и экстремальные задачи. — М.: Наука, 1984. — 320 с.
3. Дослідження операцій в економіці: Підручник /за ред. І.К.Федоренко, О.І.Черненко. — К.: Знання, 2007. — 558 с.
4. Алексеев В. М. Сборник задач по оптимизации /В.М.Алексеев, С.М.Галеев, В.М.Тихомиров. — М.: Наука, 1986. — 288 с.
5. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах /А.В.Пантелеев, Т.А.Летова. — М.: Высшая шк., 2002. — 544 с.
6. Андрійчук В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник, том 1 / за ред. В.В. Пасічника –Львів: «Новий світ - 2000», 2018. – 807 с.
7. Андрійчук В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник, том 2 / за ред. В.В. Пасічника –Львів: «Новий світ - 2000», 2018. – 805 с.
8. Амосов А.А. Вычислительные методы для инженеров: учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченкова. – М.: Высшая школа, 1993. – 544 с.
9. Демидович Б. П. Основы вычислительной математики /Б. П.Демидович, И.А.Марон. — М.: Физматгиз, 1960. — 659 с.
10. Ортега Дж. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений /Дж.Ортега, У.Пул. — М.: Наука, 1986. — 288 с.
11. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++ / Буч Г. 2-е изд. – М.: «Бином», 1999. — 560 с.
12. Страуструп Б. Язык программирования С++ / Страуструп Б. 3-е изд. — М.: «Бином», 2004. — 1104 с.
13. Волкова И.А., Иванов А.В., Карпов Л.Е. Основы объектно-ориентированного программирования. Язык программирования С++. Учебное пособие для студентов 2 курса. – М.: Издательский отдел факультета ВМК МГУ. 2011 – 112 с.

14. Павловская Т.А. С++. Объектно-ориентированное программирование: Практикум / Павловская Т.А., Щуляк Ю.А. – СПб.: Питер, 2006. – 265 с.
15. Жуковський С.С., Вакалюк Т.А. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою С++. Навчально-методичний посібник. – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2016. – 100 с.
16. Дейтел Х. Как программировать на С++ /Дейтел Х., Дейтел П. — М.: «БИНОМ». 2001. — 1152 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

ТИМОЩУК Оксана Леонідівна, канд.техн.наук, доц., завідувач кафедри математичних методів системного аналізу

ЯКОВЛЕВА Алла Петрівна, канд.фіз.-мат.наук, доц., доцент кафедри математичних методів системного аналізу

ХОМЕНКО Ольга Володимирівна, канд.техн.наук, старший викладач кафедри математичних методів системного аналізу

НАЗАРЧУК Ірина Василівна, старший викладач кафедри математичних методів системного аналізу

ДРЕВАЛЬ Максим Михайлович, асистент кафедри математичних методів системного аналізу

