

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор



Сергій ОКОВИТИЙ

«30» _____ 2025 р.

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

Олег МАРЕНКОВ

«30» _____ 05 _____ 2025 р.

ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ

для здобуття ступеня доктора філософії
на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)
за спеціальністю F2 Інженерія програмного забезпечення
освітньо-наукова програма Інженерія програмного забезпечення



Розглянуто на засіданні вченої ради
факультету прикладної математики та інформаційних
технологій
від «08» травня 2025 р.; протокол № 10

Голова вченої ради _____ (Олена КІСЕЛЬОВА)

Дніпро-2025

Програма вступного іспиту для конкурсного відбору вступників до аспірантури для здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії (PhD) за спеціальністю **F2 Інженерія програмного забезпечення** освітньо-наукова програма Інженерія програмного забезпечення (на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста)) – Д: ДНУ, 2025. - 9с.

Розробники:

1. Байбуз О.Г., доктор технічних наук, професор, гарант освітньої програми, керівник проєктної групи, завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій.
2. Мацуга О.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій.
3. Божуха Л.М., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій.

Програма ухвалена на засіданні кафедри інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій
від «07» травня 2025 р., протокол № 10

Завідувач кафедри О'Г (Олег БАЙБУЗ)
(підпис)

та на засіданні науково-методичної ради факультету прикладної математики та інформаційних технологій
від «07» травня 2025 р., протокол № 11

Голова Л.М. (Лілія БОЖУХА)
(підпис)

Гарант освітньо-наукової програми
Інженерія програмного забезпечення

О'Г (Олег БАЙБУЗ)

1. ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ТА ТЕМ ДИСЦИПЛІН

1. Інтелектуальний аналіз даних

Первинний статистичний аналіз часових рядів. Редагування та частотна фільтрація часових рядів. Алгоритми сплайн-апроксимації. Сингулярно-спектральний аналіз часових рядів.

Послідовні методи виявлення розладнань випадкового процесу. Апостеріорні методи виявлення розладнань. Методи непараметричного відтворення функцій щільності розподілів. Побудова обчислювальних схем знаходження ймовірності розладнання. Застосування ЕМ-алгоритму відтворення щільності розподілу ймовірностей.

Види та структури нейронних мереж. Нейронні мережі в задачах класифікації та регресії. Функції активації нейрона. Рекурентні нейронні мережі. Алгоритм зворотного поширення помилки. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки у часі. Алгоритм імітації віджигу. Асоціативні нейронні мережі. Згорткові нейронні мережі. Особливості вибору та застосування нейронних мереж при вирішенні задач інтелектуального аналізу даних.

2. Імітаційне моделювання

Принципи системного підходу в моделюванні систем. Класифікація моделей та моделювання за ознаками: «характер процесів, які проходять в середині об'єкта», «спосіб реалізації моделі», «характер сторони об'єкта, яка моделюється». Класифікація видів моделювання від характеру процесу, який досліджується. Детерміноване та стохастичне моделювання. Статистичне моделювання. Динамічне моделювання. Дискретне, неперервне та дискретно-неперервне моделювання. Сучасний стан проблем моделювання систем. Методи та засоби моделювання систем з погляду новітніх інформаційних технологій. Можливості та ефективність моделювання систем на ЕОМ.

Математичні схеми моделювання систем. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми). Дискретно-подієві моделі. Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми). Дискретно-стохастичні моделі (P-схеми). Мережеві моделі (N-схеми). Комбіновані моделі (A-схеми). Агентні (мультиагентні) моделі (ABM-схеми).

Методи моделювання систем. Методи моделювання динамічних систем. Методи моделювання дискретно-подієвих систем. Методи агентного моделювання. Методи комбінованого моделювання. Методи стохастичного імітаційного моделювання. Методи еволюційного моделювання. Етапи моделювання.

Технології імітаційного моделювання. Проектування імітаційних моделей. Побудова концептуальної схеми моделі. Вибір програмних засобів моделювання. Розробка структурної схеми імітаційної моделі та опис її функціонування. Оцінювання адекватності моделі. Моделювання величин. Планування експерименту з імітаційними моделями. Види експериментів. Параметри оптимізації. Фактори та вимоги до них. Статистичні гіпотези та критерії. Статистичні методи аналізу даних (дисперсійний аналіз, кореляційний аналіз, регресійний аналіз). Оцінка точності результатів моделювання. Факторний план. Особливості планування. Повний та дробовий факторні експерименти. Аналіз факторних експериментів.

Моделювання процесів. Виробничі процеси. Розподілені процеси. Процеси обслуговування клієнтів. Процеси управління розробками проєктів.

Моделювання структурних схем. Вимоги до побудови дерева відмов. Формування дерев відмов та безвідмовності. Оцінка надійності. Булеві структурні функції та їхні оцінки. Алгоритмізація послідовно-паралельних схем. Імовірнісні оцінки логічних структур. Моделювання невідновлюваних та невідновлювальних систем (типові структури).

3. Архітектура та проектування програмного забезпечення

Фінансові витрати на створення програмного забезпечення. Критерії якості програмного забезпечення. Фундаментальні етапи створення програмного забезпечення. Каскадна модель розробки програмного забезпечення. Еволюційна модель розробки програмного забезпечення. Формальна модель розробки програмного забезпечення. Модель покрокової розробки програмного забезпечення. Порівняння моделей розробки програмного забезпечення.

Класифікація вимог до програмного забезпечення. Аналіз здійсненності вимог. Метод опорних точок зору та етнографічний підхід при формуванні вимог. Сценарій подій. Атестації вимог. Керування вимогами.

Прототип програмного забезпечення. Експериментальне та еволюційне прототипування. Структурування системи: модель клієнт-сервер. Тонкий і товстий клієнт, трирівнева архітектура, їх переваги і недоліки. Структурування системи: модель репозиторія. Відмінність репозиторію від клієнт-серверної архітектури. Переваги і недоліки репозиторію. Моделі керування: централізоване керування і керування через події. Повторне використання програмного забезпечення: генерація коду. Проектування з повторним використанням компонентів. Проектування інтерфейсу користувача. Принципи проектування інтерфейсу користувача. Способи взаємодії з користувачем через користувацький інтерфейс.

4. Емпіричні методи програмної інженерії

Поняття кореляції. Кореляційне поле. Коефіцієнт кореляції Пірсона: властивості, оцінювання, перевірка значущості. Кореляційне відношення: властивості, оцінювання, перевірка значущості. Рангові коефіцієнти кореляції Кендалла та Спірмена: властивості, оцінювання, перевірка значущості, поняття ранга. Частковий та множинний коефіцієнти кореляції: інтерпретація, властивості, оцінювання, перевірка значущості.

Одновимірна лінійна регресія. Визначення регресії. Модель одновимірної лінійної регресії. Оцінювання параметрів одновимірної лінійної регресії за методом найменших квадратів. Передумови застосування методу найменших квадратів. Перевірка значущості параметрів регресії. Довірче оцінювання параметрів регресії. Довірче оцінювання лінії регресії та прогнозних значень.

Модель багатовимірної лінійної регресії. Оцінювання параметрів багатовимірної лінійної регресії. Проблема мультиколінеарності. Регуляризація. Гребнева регресія, Lasso, Elastic Net Проблема відбору показників для лінійної багатовимірної регресії. Врахування якісних показників.

Оцінка якості відновленої регресійної моделі. F -тест для перевірки значущості моделі. Коефіцієнт детермінації. Діагностична діаграма. Проблема перенавчання. Крива навчання.

5. Якість програмного забезпечення та тестування

Цикл розробки програмного забезпечення. Місце тестування в розробці програмного забезпечення. Лінійний підхід розробки програмного забезпечення. Роль QC в лінійному підході. Ітеративний підхід. Scrum. Роль QC в Scrum. Верифікація та валідація. Рівні тестування: компоненте (модульне), інтеграційне, системне, приймально-здавальне, чорний ящик, білий ящик, сірий ящик. Типи тестування: Smoke, functional, GUI, Usability, Regression Testing, Localization, Internationalization, Installability, Reliability, Operational Testing. Confirmation, Performance, Load, Stress, Alpha, Beta. Порядок виконання тестів. Статичні техніки проектування тестів. Динамічні техніки проектування тестів: еквівалентне розбиття, аналіз граничних значень, тестування таблиці рішень. Динамічні техніки проектування тестів: парне тестування, тестування таблиці переходів, тестування по сценаріям використання. Техніки, які базуються на досвіді. Тестовий сценарій та його структура.

Пріоритети тестових сценаріїв. Специфікації тестових сценаріїв. Патерни автоматизованого тестування.

2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЗАПРОПОНОВАНИХ ДЛЯ ІСПИТУ

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

З програмами вступних випробувань, переліком питань, порядком проведення вступних випробувань за спеціальністю F2 Інженерія програмного забезпечення, вступники мають змогу ознайомитися на офіційному сайті ДНУ.

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

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

Питання, запропоновані для вступників в аспірантуру за спеціальністю F2 Інженерія програмного забезпечення ОНП Інженерія програмного забезпечення в 2025 р.

1. Інтелектуальний аналіз даних

1. Процедура одновимірної сплайн-апроксимації.
2. Сутність методу сингулярно-спектрального аналізу. Основні кроки сингулярно-спектрального аналізу.
3. Ознаки за якими класифікуються методи виявлення розладнань.
4. Алгоритм кумулятивних сум. Різновиди запису алгоритму.
5. Алгоритм виявлення розладнання, заснований на експоненціальному згладжуванні.
6. Параметричні та непараметричні алгоритми виявлення розладнань. Основні відмінності. Приклади непараметричних методів виявлення розладнань. Переваги непараметричних методів у порівнянні з параметричними аналогами.
7. Стохастична залежність випадкових величин. Перевірка наявності стохастичної залежності.
8. Застосування ЕМ-алгоритму відтворення щільності розподілу ймовірностей.
9. Сутність непараметричного відтворення щільності розподілу ймовірностей. Вирішення задачі відтворення щільності розподілу ймовірностей з використанням сплайнів.
10. Різниця між задачами класифікації та регресії за допомогою нейронних мереж. Передумови використання класифікації та регресії.
11. Рекурентні нейронні мережі. Задачі для вирішення яких можуть використовуватись цей клас архітектур.
12. Особливості навчання рекурентних нейронних мереж. Відмінності зворотного розповсюдження помилки у часі від звичайного алгоритму зворотного розповсюдження помилки.
13. Функція активації нейрона. Приклади функцій активації, їх переваги та недоліки. Для яких задач вони застосовуються.
14. Алгоритм зворотного поширення помилки.
15. Алгоритм імітації віджигу. Переваги і недоліки алгоритму імітації віджигу в порівнянні зі зворотнім поширенням помилки. Задачі для яких доцільно використовувати алгоритм імітації віджигу.

16. Асоціативні нейронні мережі. Приклади архітектур асоціативних мереж. Задачі для яких доцільно використовувати асоціативні нейронні мережі.
17. Згорткові нейронні мережі. Структура згорткових нейронних мереж. Задачі для яких доцільно використовувати асоціативні нейронні мережі.

2. Імітаційне моделювання

1. Принципи системного підходу в моделюванні систем.
2. Класифікація видів моделювання від характеру процесу, який досліджується.
3. Сучасний стан проблем моделювання систем.
4. Методи моделювання динамічних систем.
5. Методи моделювання дискретно-подієвих систем.
6. Методи агентного моделювання.
7. Методи комбінованого моделювання.
8. Методи стохастичного імітаційного моделювання.
9. Методи еволюційного моделювання.
10. Проектування імітаційних моделей.
11. Планування експерименту з імітаційними моделями.
12. Оцінка точності результатів моделювання.
13. Факторний план. Особливості планування.
14. Аналіз факторних експериментів.

3. Архітектура та проектування програмного забезпечення

1. Структура фінансових витрат на створення програмного забезпечення. Залежність розподілу коштів від моделей розробки. Критерії якості програмного забезпечення та їх характеристика.
2. Фундаментальні етапи створення програмного забезпечення. Послідовність етапів в каскадній моделі розробки. Переваги та недоліки каскадної моделі.
3. Характеристика еволюційної моделі розробки програмного забезпечення. Переваги і недоліки в порівнянні з каскадною моделлю.
4. Покрокова модель розробки програмного забезпечення та її переваги і недоліки. Схожість та відмінність з еволюційною моделлю.
5. Класифікація вимог за деталізацією: користувацькі, системні, проектно-системна документація. Схожість та відмінність між ними.
6. Прототип програмного забезпечення та ціль його розробки. Різниця між експериментальним та еволюційним прототипуванням.
7. Еволюційне прототипування та його застосування. Переваги і недоліки еволюційного прототипування.
8. Експериментальне прототипування та його характерна особливість. Методи експериментального прототипування.
9. Структурування системи: модель клієнт-сервер. Тонкий і товстий клієнт, трирівнева архітектура, їх переваги і недоліки.
10. Структурування системи: модель репозиторія. Відмінність репозиторію від клієнт-серверної архітектури. Переваги і недоліки репозиторію.
11. Моделі керування: централізоване керування і керування через події.
12. Повторне використання програмного забезпечення: генерація коду. В чому основний принцип даного підходу, коли його доцільно застосовувати?

13. Необхідні умови при проектуванні з повторним використанням компонентів. Особливості у компонентів з повторним використанням.
14. Складнощі проектування з повторним використанням компонентів. Процес формування вимог при проектуванні з використанням готових компонентів.
15. Принципи проектування інтерфейсу користувача. Приклади виконання цих принципів.
16. Способи взаємодії з користувачем через користувацький інтерфейс. Доцільність їх застосування.

4. Емпіричні методи програмної інженерії

1. Кореляційне поле. Парний коефіцієнт кореляції Пірсона. Кореляційне відношення.
2. Рангові коефіцієнти кореляції Спірмена та Кендалла.
3. Часткові та множинні коефіцієнти кореляції.
4. Одновимірні лінійні регресії: визначення, оцінювання параметрів, передумови застосування методу найменших квадратів, довірче оцінювання параметрів регресії, самої регресії, прогнозних значень.
5. Багатовимірні лінійні регресії: оцінювання параметрів, мультиколінеарність, регуляризація, відбір показників для моделі, врахування якісних показників.
6. Оцінка якості відновленої регресії.

5. Якість програмного забезпечення та тестування

1. Цикл розробки ПЗ та місце тестування в ньому. Лінійний підхід.
2. Цикл розробки ПЗ та місце тестування в ньому. Ітеративний підхід.
3. Цикл розробки ПЗ та місце тестування в ньому. Scrum.
4. Верифікація та валідація. Рівні тестування.
5. Типи тестування: Smoke, functional, GUI, Usability, Regression Testing.
6. Типи тестування: Localization, Internationalization, Installability, Reliability, Operational Testing.
7. Типи тестування: Confirmation, Performance, Load, Stress, Alpha, Beta.
8. Статичні техніки проектування тестів.
9. Динамічні техніки проектування тестів: еквівалентне розбиття, аналіз граничних значень, тестування таблиці рішень.
10. Динамічні техніки проектування тестів: парне тестування, тестування таблиці переходів, тестування по сценаріям використання.
11. Техніки тестування, які базуються на досвіді.
12. Тестовий сценарій. Тест план.
13. Патерни автоматизованого тестування.

Критерії оцінки відповідей

Екзаменаційний білет складається з 50 тестових питань з рівномірним представленням кожного розділу, тобто по 10 питань з кожного розділу програми вступного іспиту. Кожне завдання екзаменаційного білету оцінюється в 4 бали.

Остаточна оцінка за екзаменаційну роботу вступника виставляється як сума отриманих балів по кожному питанню екзаменаційного білета. Максимально можлива оцінка – 200 балів.

Мінімальний прохідний бал – 100.

Тривалість вступного випробування – 120 хвилин.

3. ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Інтелектуальний аналіз даних

Луценко О.П. Математичні методи та програмні засоби статистично-ймовірнісного аналізу фінансових часових рядів / О.П. Луценко, О.Г. Байбуз. – Дніпро: Вид-во ДНУ, 2018. – 128 с.

Flach, Peter. Machine learning: the art and science of algorithms that make sense of data. Cambridge University Press, 2012. – 291p.

Marsland S. Machine Learning. An Algorithmic Perspective. 2nd ed. / S. Marsland. – CRC Press, 2015. – 430 p.

Інтелектуальний аналіз даних: Підручник / Черняк О.І., Захарченко П.В./ К.: Знання, 2014р. - 599 с.

Нейронні мережі: навч. посіб. / С. О. Субботін, А. О. Олійник; за ред. С. О. Субботіна. - Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. - 132 с.

Інтелектуальний аналіз даних : навчальний посібник / А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 278 с.

Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.

2. Імітаційне моделювання

Обод І. І. Математичне моделювання систем: навчальний посібник/ І. І. Обод, Г. Е. Заволодько, І. В. Свид. – Харків : Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с.

Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.

Robinson, S., Brooks, R., Kotiadis, K. and Van Der Zee, D.J. eds., Conceptual modeling for discrete-event simulation. – CRC Press, 2010. – 490 p.

Fishman, G.S. Discrete-event simulation: modeling, programming, and analysis. – Springer Science & Business Media. – 2013.

Лужковський А. Г. Теорія масового обслуговування в телекомунікаціях / А.Г. Лужковський. – Одеса : ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 112 с.: іл.

Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. - Черкаси : ЧДТУ, 2010. - 399 с.

K. Cooper, L. Torczon. Engineering a compiler. – Elsevier, 2011. – 800 p.

3. Архітектура та проєктування програмного забезпечення

Інженерія програмного забезпечення: Посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. Л. Бородкіна, Г. О. Бородкін ; М-во освіти і науки України, Національний університет біоресурсів та природокористування України. – Київ: , 2018. – 254 с.

- Ammann, Paul, and Jeff Offutt. Introduction to software testing. Cambridge University Press, 2016. – 473 p.
- Software Architecture: Principles and Practices. Software Engineering Institute Carnegie Mellon University Pittsburgh, PA 15213
- Antonakos J.L. Data structure and software engineering / J.L. Antonakos – Oakville: Apple Academic Press, 2011 – 350 p.
- Goodrich M.T. Algorithms design and applications / M.T. Goodrich, R. Tamassia – Hoboken: Wiley, 2015 – 784 p.
- Gomaa H. Software modeling and design: UML, use cases, patterns, and software architectures / H. Gomaa. – Cambridge university press, 2011. – 578p.
- Табунщик Г.В. Інженерія якості програмного забезпечення: навчальний посібник / Г.В. Табунщик, Р.К. Кудерметов, Т.І. Брагіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 180 с.

4. Емпіричні методи програмної інженерії

- Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
- Статистична обробка даних / В.П. Бабак, А.Я. Білецький, О.П. Приставка, П.О. Приставка. – К. : МІВВІЦ, 2001. – 388 с.
- Draper N. Applied Regression Analysis / N. Draper, H. Smith. – Wiley-Interscience, 1998. – 736 p.
- James J. An Introduction to Statistical Learning with Applications in R / G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani. – Springer, 2013. – 426 p.
- Hastie T. The Elements of Statistical Learning. Data Mining / T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. – Inference, and Prediction. 2009. – 745 p
- Kutner M. Applied Linear Statistical Models / M. Kutner, C.J. Nachtsheim, J. Neter, W. Li. – McGraw-Hill, 2013. – 1394 p.
- McKinney W. Python for Data Analysis / W. McKinney. – O'Reilly, 2022. – 579 p.

5. Якість та тестування програмного забезпечення

- Тестування програмного забезпечення. Навчальний посібник. / А.С. Авраменко, В.С. Авраменко, Г.В. Косенюк – Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2017.–284с.
- Табунщик Г.В. Інженерія якості програмного забезпечення: навчальний посібник / Г.В. Табунщик, Р.К. Кудерметов, Т.І. Брагіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 180 с.
- Кузь М.В. Документування та кваліметрія програмних продуктів: Навчальний посібник / М.В. Кузь, С.І. Мельничук, Л.М. Заміховський // Видання друге перероблене і доповнене – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 116 с.
- Коробейник А.Н. Основи тестування програмного забезпечення. – К.: Директ-лайн, 2012. – 126 с.