

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Приймальною комісією

Протокол № 3

«26» березня 2025 р.

Заступник голови Приймальної комісії



Юрій КАПАНОВ

ПОГОДЖЕНО:

Відповідальний секретар Відбіркової комісії


Вікторія БУЛИЧОВА
Гарант освітньо-наукової програми


Сергій ГОМЕНЮК

**ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ІСПИТУ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ F3 КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

Освітній і науковий ступінь: доктор філософії

Спеціальність: F3 Комп'ютерні науки

Освітньо-наукова програма: Комп'ютерні науки

Запоріжжя – 2025 рік

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Мета вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності F3 Комп'ютерні науки – з'ясувати рівень теоретичних знань та практичних навичок вступників, яких вони набули під час навчання на освітньому ступені / рівні спеціаліста / магістра, з метою формування рейтингового списку та конкурентного відбору здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії зі спеціальності F3 Комп'ютерні науки в межах ліцензійного обсягу університету.

Під час організації та проведення вступного іспиту необхідно керуватися нормативними актами:

- Порядок прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2025 році;
- Правила прийому до Запорізького національного університету у 2025 році;
- Положення про фахову атестаційну комісію Запорізького національного університету;
- Програма вступного фахового іспиту зі спеціальності F1 Прикладна математика до Запорізького національного університету;
- Положення про організацію освітнього процесу в Запорізькому національному університеті.

2. ФОРМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Фаховий іспит зі спеціальності проходить в очній або дистанційній формі.

Іспит в очній формі проходить у приміщенні Запорізького національного університету (з дотриманням заходів безпеки в умовах воєнного стану) у два етапи. Письмовий етап – вступники надають відповіді на питання екзаменаційного білету у письмовій формі. Тривалість письмового етапу – до 45 хв. Усний – співбесіда вступника з фаховою атестаційною комісією ЗНУ з питань екзаменаційного білету (до 30 хв).

Іспит у дистанційній формі проходить у два етапи. Підготовчий етап – самостійна підготовка відповідей на питання екзаменаційного білета (до 10 хв.) та основний етап – співбесіда вступника з фаховою атестаційною комісією ЗНУ з питань екзаменаційного білету (до 45 хв.)

Для складання фахового іспиту зі спеціальності у дистанційній формі вступник надає Приймальній комісії ЗНУ один з документів: документ про проживання (перебування) поза межами м. Запоріжжя (витяг з реєстру територіальної громади, довідка ВПО), документ про перебування поза межами України або документ, який підтверджує наявність іншої поважної причини. Рішення про допуск до складання іспиту у дистанційній формі приймається Приймальною комісією.

У разі складання фахового іспиту зі спеціальності у дистанційній формі вступник має забезпечити процедуру ідентифікації особи, яка включає перевірку

персональних даних та забезпечення безперебійного технічного оснащення для відеозв'язку з фаховою атестаційною комісією ЗНУ у режимі реального часу.

Проведення фахових іспитів зі спеціальності та презентація дослідницької пропозиції як в очному, так і в дистанційному форматах, підлягають обов'язковому відео- та аудіозапису, який не може бути переданий третім особам.

3. СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА

Білет фахового вступного випробування містить 3 теоретичних питання.

4. ВИМОГИ ДО ВІДПОВІДІ ВСТУПНИКА

У питаннях оцінюється знання вступника з базових фахових дисциплін, що є необхідними для коректного вираження певних понять, а також для розуміння широкого кола теоретичних та практичних завдань, володіння навичками, що є необхідними для професійної діяльності у межах програми.

Правильність виконання завдань оцінюється відповідно до критеріїв оцінювання знань.

Екзаменатор не зобов'язаний читати розв'язання завдань, що наведені вступником в чернетці.

Під час проведення іспиту забороняється використовувати підручники, навчальні посібники, інші джерела інформації (якщо це не передбачено програмою). Також забороняється користуватися мобільними телефонами та іншими засобами зв'язку і передачі даних.

5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Для особи, яка претендує на зарахування для здобуття ступеня доктора філософії (за 200 бальною шкалою):

Високий рівень (175-200 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін, вдало наводить приклади.

Достатній рівень (150-174 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. Можливе слабке знання додаткової літератури, недостатня чіткість у визначенні понять.

Задовільний рівень (124-149 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.

Низькій рівень (100-123 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті.

До участі у конкурсі не допускається (0-99 балів), якщо вступник виявив такі знання та вміння: не знає значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті.

6. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Інформаційні системи і технології

1. Поняття алгоритму та його властивості
2. Проектування баз даних. Моделі баз даних.
3. Асиметричні методи криптографії.
4. Поняття про лінійний список. Формальне визначення.
5. Стек і черга, як найбільш часто вживані лінійні списки.
6. Бази даних. Класифікація баз даних. Поняття системи з базою даних.
7. Реляційні структури даних: цілісність, операції, ER-діаграми.
8. Атаки на алгоритми криптографії.
9. Реалізація стеку на послідовної організації оперативної пам'яті.

Структура, операції, переповнення і нестача.

10. Нормальні форми та процес нормалізації баз даних.

11. Кодування даних.

12. Реалізація черги на послідовної організації оперативної пам'яті.

Структура, операції, переповнення і нестача.

13. Нереляційні бази даних. Класифікація, особливості застосування.

14. Словникові методи стиснення даних.

15. Зв'язна організація оперативної пам'яті при реалізації лінійних списків.

Однозв'язні та двозв'язні лінійні списки.

16. Життєвий цикл програмного забезпечення.

17. Стиснення зображень: з втратами та без витрат.

18. Поняття обчислювальної складності алгоритму. Нотація o -мале та O -велике. Оцінка обчислювальної складності на прикладі алгоритму знаходження максимуму з N чисел.

19. Поняття технології програмування.

20. Мови програмування. Класифікація. Повнота.

21. Поняття про завдання сортування. Класи алгоритмів внутрішнього сортування: вставками, обмінами, вибором

22. Об'єктно-орієнтоване програмування. Класи, об'єкти, відношення.

23. Компілятор та інтерпретатор. Особливості реалізації.

24. Базові ідеї алгоритмів сортування. Швидкі алгоритми сортування.

Порівняння обчислювальної складності цих алгоритмів.

25. Структурне програмування. Зв'язок даних і коду. Теоретичне обґрунтування.

26. Проблемно-орієнтована парадигма програмування.
27. Базові ідеї алгоритмів пошуку. Бінарний пошук. Пошук підстрок.
28. Функціональне програмування. Концепції, особливості, мови.
29. Моделювання та проєктування програмного забезпечення. UML.
30. Метод експериментального оцінювання обчислювальної складності алгоритмів. Вимірювання часу виконання і кількості виконаних операцій.
31. Паралельні алгоритми. Поняття процесу та потоку. Засоби реалізації паралельності обчислень.
32. Операційна система. Класифікація. Структура.
33. Поняття про штучний інтелект. Методи оцінювання наявності «інтелекту» у штучної системи. Тест Тюрінга.
34. Формування тестів та контроль програмного забезпечення. Класифікація помилок.
35. Ядро операційної системи. Класифікація. Структура.
36. Поняття про модель подання знань. Різновиди моделей подання знань: на базі правил, фреймів. Приклади.
37. Методи налагодження програмного забезпечення. Загальна методика налагодження програмного забезпечення
38. Класифікація програмного забезпечення.
39. Криптографічні алгоритми. Загальна структура, режими роботи.
40. Комп'ютерна мережа. Класифікація. Компоненти. Рівні
41. Симетричні методи криптографії.
42. Системи автоматизованого проєктування. Класифікація. Особливості структури

2. Машинне навчання

1. Етап дослідницького аналізу даних (Exploratory Data Analysis) в життєвому циклі проєктів машинного навчання.
2. Особливості застосування алгоритму Support Vector Machines в задачах прогнозування.
3. Етап нормалізації даних в проєктах машинного навчання.
4. Особливості застосування алгоритму логістичної в задачах прогнозування.
5. Метод кросвалідації в оцінці якості моделей машинного навчання.
6. Застосування дерев рішень у задачах машинного навчання. Проблема перенавчання.
7. Поняття регуляризації. Особливості застосування регуляризацій L1 та L2.
8. Використання метрик Accuracy, Precision, Recall, F1 для оцінки якості прогнозних моделей.
9. Проблема незбалансованих даних. Шляхи розв'язання.
10. Типові задачі машинного навчання: класифікація, кластеризація, регресія.
11. Викиди в даних та аномалії. Підготовка даних для моделювання.

12. Метрики ROC, ROC AUC, ROC-AUC крива. Інтерпретація та застосування.

13. Особливості застосування методів ансамблів моделей машинного навчання.

14. Поняття стекінг (stacking), бегінг (bagging), бустінг (boosting).

15. Поняття перенавчання (overfitting), недостатнього (underfitted) навчання. Баланс між зсувом та дисперсією (Bias–variance tradeoff).

16. Помилки першого та другого типу в задачах прогнозування.

17. Методи обробки пропусків в даних.

18. Особливості обробки категоріальних даних.

19. Особливості застосування методу KNN в задачах машинного навчання.

20. Метод K-means. Підходи до визначення параметру K.

21. Особливості роботи алгоритмів Gradient Boosting та Histogram-Based Gradient Boosting.

22. Метод спектральної кластеризації.

23. Методи зменшення розмірності даних. Алгоритми PCA, t-SNE.

24. Застосування алгоритмів ADASYN, SMOTE.

25. Особливості аналізу часових рядів. Підготовка даних для моделей прогнозування.

26. Алгоритм SVD факторизації матриць. Застосування в задачах машинного навчання.

27. Явище витoku даних (data leakage). Вплив на якість моделей машинного навчання.

28. Особливості використання програмних (TensorFlow, PyTorch, scikit-learn, pandas тощо) в проєктах машинного навчання.

29. Метрики відстаней та подібності в задачах машинного навчання. Метрики Cosine, Hamming, Manhattan, Haversine.

30. Особливості обробки мультиколінеарних ознак та ознак з нульовою дисперсією.

31. Особливості застосування EM-алгоритму та розділення сумішей функцій Гауса.

32. Евристичні методи оптимізації. Генетичний алгоритм.

3. Нейронні мережі

1. Метод градієнтного спуску. Застосування в оптимізації нейронних мереж.
2. Поняття навчання ознак (feature learning). Архітектури нейромереж, що використовують цю концепцію.

3. Роль функції активації в нейронних мережах. Вплив типів задач на вибір функцій активації.

4. Особливості застосування підходу переносу навчання (transfer learning).

5. Аугментація (augmentation) даних. Особливості застосування на структурованих та неструктурованих даних.

6. Методи початкової ініціалізації вагових коефіцієнтів нейронних мереж.
7. Мережі прямого поширення сигналу. Особливості застосування на структурованих та неструктурованих даних.
8. Згорткові мережі. Поняття мапи ознак (feature map).
9. Рекурентні мережі. RNN, GRU, LSTM.
10. Особливості роботи механізму уваги. Вплив на сучасні архітектури нейромереж.
11. Особливості застосування архітектури трансформерів.
12. Спеціалізовані архітектури нейромереж для задач комп'ютерного зору. VGG, ResNet, Xception, Inception, MobileNet.
13. Особливості архітектури автокодувальників. Варіаційні автокодувальники (variational autoencoder).
14. Поняття тензора. Застосування в нейронних мережах.
15. Поняття гіперпараметрів. Методи налаштування гіперпараметрів.
16. Поняття ембедінгу слів (word embeddings). Застосування у задачах обробки природної мови.
17. Великі мовні моделі. Розвиток, застосування.

7. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна:

1. Гайдаржи В., Ізварін І. Бази даних в інформаційних системах. Київ : Університет «Україна», 2018. 418 с.
2. Балик Н. Мандзюк В. Бази даних. Київ : Навчальна книга, 2010. 160 с.
3. Бородкіна І. Теорія алгоритмів. Київ : «Центр навчальної літератури», 2019. 184 с.
4. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
5. Гордєєв О. О. Комп'ютерні мережі: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Суми : ДВНЗ УАБС НБУ, 2011. 250 с.
6. Буров Є. В. Комп'ютерні мережі: підручник. Львів : «Магнолія 2006», 2010. 262 с.
7. Garcia-Molina H., Ullman J., Widom J. Database Systems: The Complete Book. 2nd Edition. Pearson, USA, 2014. 1138 p.
8. Ward B. SQL Server 2019 Revealed. APress, 2019. 422 p.
9. Beaulieu Alan. Learning SQL. 2nd edition. O'Reilly, 2009. 338 p.
10. Fawcett J., Ayers D., Quin L.R.E. Beginning XML. 5th Edition. Wrox, 2012. 864 p.
11. Трофименко О. Г., Прокоп Ю. В., Швайко І. Г., Буката Л. М., Косирева Л. А., Леонов Ю. Г., Ясинський В. В. С++. Основи програмування. Теорія та практика : підручник. Одеса : Фенікс, 2010. 544 с.
12. Ковалюк Т. В. Основи програмування. Київ : BHV Київ, 2017. 384 с.
13. Пекарський Б. Г. Основи програмування. Навчальний посібник. Кондор, 2018. 364 с.

14. Ходаковський О. С. Криптографічний захист інформації. Рівне : МЕНУ. 2012. 432 с.
15. Інформаційна безпека / О. Фармагей та ін. Київ : Ліра-К. 2021. 412 с.
16. Остапов С. Е., Євсєєв С. П., Король О. Г. Технології захисту інформації : навч. посібник. Харків : Вид. ХНЕУ, 2015. 476 с.
17. Бублик В. В. Об'єктно-орієнтоване програмування, Київ : ІТкнига, 2015. 624 с.: іл. – 2015.
18. Настенко Д. В., Нестерко А. Б. Об'єктно-орієнтоване програмування. Частина 2. Основи об'єктно-орієнтованого програмування на мові С# : навчальний посібник. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 84 с.
19. Коваленко І. В. Програмування мовою С# 6. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 227 с.
20. Geron Aurelien. Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. O'Reilly Media. 2023. 850 p.
21. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика. Навчальний посібник. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.
22. Goodfellow Ian, Bengio Yoshua, Courville Aaron. Deep Learning Book. MIT Press, 2016. 802 p. ISBN 978-0-262-33737-3.

Додаткова:

1. Масленніков В. О., Решевська К. С., Тодоріко О. О., Лісняк А. О. Інформаційні мережі: навч. посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 78 с.
2. Codings Z. Computer Programming And Cyber Security for Beginners. Michigan : Independently published. 2019. 330 p.
3. Шеховцов В. А. Операційні системи. Київ : Видавнича група BHV, 2005. 576 с.
4. Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne. Operating System Concepts (10th edition), ISBN 978-111-945633-9, Published by Wiley, 2018.
5. Pavel Yosifovich, Mark E. Russinovich, David A. Solomon, Alex Ionescu. Windows Internals, Part 1 (Developer Reference) 7th Edition, ISBN 978-073-568418-8, Published by Microsoft Press, 2017. 800 p.

Інформаційні ресурси:

1. Підручник із СУБД. URL : <https://www.tutorialcup.com/uk/dbms>.
2. Що таке база даних? URL : <http://apeps.kpi.ua/shco-take-basa-danykh>
3. 11 типів сучасних баз даних: короткий опис, схеми і приклади БД. URL : <https://senior.ua/articles/11-tipiv-suchasnih-baz-danih-korotkiy-opis-shemi-prikladi-bd>

Голова фахової
атестаційної комісії



Андрій ЛІСНЯК