

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

Національного університету

«Чернігівська політехніка»

_____ О.О. Новомлинець

« ____ » _____ 2026 р.

ПРОГРАМА
вступного іспиту до аспірантури

Освітньо-наукова програма «Комп'ютерна інженерія»

Рівень вищої освіти – 3-й освітньо-науковий

Галузь знань F «Інформаційні технології»

Спеціальність F7 «Комп'ютерна інженерія»

ОБГОВОРЕНО ТА УХВАЛЕНО

на засіданні кафедри інформаційних

та комп'ютерних систем,

протокол № ____ від _____ 2026 р

Чернігів 2026

АНОТАЦІЯ

Програма вступного іспиту до аспірантури охоплює теоретичні, методологічні та практичні основи комп'ютерної інженерії — галузі, що поєднує принципи інформатики, електроніки та інженерії програмного забезпечення для проектування, розробки та експлуатації сучасних комп'ютерних систем і мереж. Програма спрямована на перевірку знань щодо архітектури та організації обчислювальних систем, цифрової схемотехніки та проектування цифрових пристроїв, мікропроцесорних і вбудованих систем, операційних систем, комп'ютерних мереж і телекомунікаційних технологій.

Особлива увага приділяється питанням надійності, технічної діагностики та відмовостійкості комп'ютерних систем; апаратним і програмним засобам захисту інформації; сучасним тенденціям розвитку галузі — реконфігурованим обчислювальним системам на базі FPGA, апаратним прискорювачам штучного інтелекту, кіберфізичним системам та Інтернету речей, гетерогенним і хмарним обчислювальним платформам.

Програма складена з урахуванням освітніх програм рівня вищої освіти бакалавра та магістра зі спеціальності F7 «Комп'ютерна інженерія». Розроблені питання базуються на дисциплінах бакалаврського та магістерського рівнів і спрямовані на виявлення знань, умінь та готовності здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня до самостійної науково-дослідної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

1.1. Основні принципи побудови ЕОМ: архітектура фон Неймана та Гарвардська архітектура. Порівняльна характеристика.

1.2. Класифікація архітектур комп'ютерів за Флінном: SISD, SIMD, MISD, MIMD. Приклади реалізацій.

1.3. Організація пам'яті комп'ютера: ієрархія пам'яті, принципи просторової та часової локальності.

1.4. Кеш-пам'ять: рівні, стратегії відображення (прямого, повністю асоціативного, множинно-асоціативного), алгоритми заміщення.

1.5. Способи адресації операндів та формати команд процесора.

1.6. Конвеєрна обробка команд: структурні, часові та керуючі конфлікти конвеєра і методи їх усунення.

1.7. Суперскалярні та VLIW-архітектури процесорів: принципи паралельного виконання команд.

1.8. Архітектури RISC та CISC: порівняльна характеристика, переваги та недоліки, сучасні приклади (ARM, x86, RISC-V).

1.9. Багатоядерні та багатопроцесорні системи: принципи побудови, проблема узгодженості кешів (cache coherence).

1.10. Організація підсистеми введення-виведення: шини, контролери переривань, пряме доступ до пам'яті (DMA).

1.11. Регістрова пам'ять, стек та черги: організація та застосування в архітектурі процесора.

РОЗДІЛ 2. ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНІКА ТА ПРОЄКТУВАННЯ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ

2.1. Основи булевої алгебри. Мінімізація логічних функцій методами карт Карно та Квайна-Мак-Класкі.

2.2. Комбінаційні логічні схеми: мультиплексори, демультимплексори, шифратори, дешифратори, сумматори, компаратори.

2.3. Послідовнісні схеми: тригери (RS, JK, D, T), регістри зсуву, рахувальники.

2.4. Синтез скінченних автоматів: автомати Мура та Мілі, методи мінімізації станів.

2.5. Програмована логіка: архітектура PLD, CPLD та FPGA. Принципи конфігурування.

2.6. Мови описання апаратури (HDL): VHDL та Verilog — основні конструкції, моделювання та синтез.

2.7. Проєктування систем на кристалі (System-on-Chip): етапи розробки, IP-блоки, верифікація.

2.8. Схемотехніка цифрових інтерфейсів: UART, SPI, I2C, JTAG — принципи роботи та застосування.

2.9. Тестування та верифікація цифрових схем: функціональна верифікація, формальні методи, побудова тестових наборів.

РОЗДІЛ 3. МІКРОПРОЦЕСОРНІ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ

- 3.1. Архітектура мікропроцесорів та мікроконтролерів: структура, системи команд, регістрові моделі.
- 3.2. Організація системи переривань та їх обробка в мікропроцесорних системах.
- 3.3. Принципи побудови вбудованих систем реального часу (RTOS): планування задач, детермінованість, пріоритети.
- 3.4. Периферійні пристрої мікроконтролерів: таймери/рахувальники, АЦП/ЦАП, порти введення-виведення.
- 3.5. Методи забезпечення енергоефективності вбудованих систем: режими зниженого споживання, динамічне керування частотою та напругою.
- 3.6. Кіберфізичні системи та Інтернет речей (IoT): архітектура, протоколи взаємодії (MQTT, CoAP, Zigbee, LoRaWAN).
- 3.7. Засоби розробки, налагодження та внутрішньосхемного програмування вбудованого програмного забезпечення.
- 3.8. Апаратні та програмні механізми безпеки вбудованих систем.

РОЗДІЛ 4. ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА СИСТЕМНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

- 4.1. Функції та архітектура операційних систем: ядро, режими роботи процесора, системні викли.
- 4.2. Управління процесами і потоками: планування, синхронізація (семафори, м'ютекси, монітори), взаємне блокування (deadlock).
- 4.3. Управління пам'яттю: сегментація, сторінкова організація, віртуальна пам'ять, підкачування сторінок.
- 4.4. Файлові системи: організація, методи доступу, забезпечення надійності та відновлення.
- 4.5. Драйвери пристроїв та принципи взаємодії операційної системи з апаратним забезпеченням.
- 4.6. Віртуалізація обчислювальних ресурсів: гіпервізори типу 1 та 2, контейнеризація (Docker, LXC).
- 4.7. Компілятори та асемблери: етапи трансляції програм, методи оптимізації коду.

РОЗДІЛ 5. КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ

- 5.1. Еталонна модель взаємодії відкритих систем (OSI) та стек протоколів TCP/IP.
- 5.2. Канальний рівень: методи доступу до середовища передачі (Ethernet, Wi-Fi), принципи комутації кадрів.
- 5.3. Мережевий рівень: маршрутизація, протоколи IPv4 та IPv6, протокол ARP.
- 5.4. Транспортний рівень: протоколи TCP та UDP, механізми управління потоком і перевантаженням.
- 5.5. Проектування локальних та глобальних обчислювальних мереж, сегментація мереж (VLAN).
- 5.6. Бездротові та мобільні мережі: стандарти сімейства 802.11, технології 4G/5G.
- 5.7. Мережі на кристалі (Network-on-Chip) та високопродуктивні міжз'єднання в багатопроцесорних системах.
- 5.8. Хмарні та розподілені обчислювальні системи: моделі обслуговування (IaaS, PaaS, SaaS), балансування навантаження.

РОЗДІЛ 6. НАДІЙНІСТЬ, ДІАГНОСТИКА ТА ВІДМОВСТІЙКІСТЬ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

- 6.1. Показники надійності технічних систем: інтенсивність відмов, середній час до відмови (MTBF), середній час відновлення (MTTR).
- 6.2. Методи забезпечення відмовостійкості комп'ютерних систем: апаратне, часове та інформаційне резервування.
- 6.3. Коди виявлення та корекції помилок: коди Хеммінга, циклічні коди (CRC), їхнє застосування в комп'ютерних системах.
- 6.4. Технічна діагностика цифрових пристроїв: методи побудови діагностичних тестів, локалізація несправностей.
- 6.5. Самоперевірні та самокоригувальні цифрові схеми: принципи побудови.
- 6.6. Методи оцінювання та моделювання надійності комп'ютерних систем і мереж.

РОЗДІЛ 7. КОМП'ЮТЕРНА БЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

- 7.1. Основні загрози безпеці апаратного та програмного забезпечення комп'ютерних систем, їх класифікація.
- 7.2. Апаратні механізми захисту: модуль довіреної платформи (TPM), безпечне завантаження (Secure Boot).
- 7.3. Криптографічні методи захисту інформації в комп'ютерних системах і мережах: основні алгоритми та їх застосування.
- 7.4. Атаки побічними каналами (side-channel attacks) на апаратному рівні: види, методи виявлення та протидії.
- 7.5. Захист мережевої інфраструктури: міжсетеві екрани, системи виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS).

РОЗДІЛ 8. СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

- 8.1. Апаратні прискорювачі для задач штучного інтелекту: графічні процесори (GPU), тензорні процесори (TPU), нейроморфні архітектури.
- 8.2. Реконфігуровані обчислювальні системи на базі FPGA для високопродуктивних та енергоефективних обчислень.
- 8.3. Основи квантових обчислень: кубіти, квантові вентиля, перспективи застосування квантових процесорів.
- 8.4. Гетерогенні обчислювальні платформи та концепція периферійних обчислень (edge computing).
- 8.5. Тенденції розвитку напівпровідникових технологій: закон Мура, нові матеріали та архітектурні рішення.

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ВСТУПНИКІВ

Вступний іспит до аспірантури проводиться у формі усного екзамену шляхом заслуховування відповідей на 3 основні питання з екзаменаційного білета, 1 питання щодо тематики майбутніх наукових досліджень та додаткових питань, заданих членами екзаменаційної комісії. Відповіді на основні питання оформлюються і здаються вступником у письмовому вигляді на спеціальних проштампованих аркушах. Оцінка виставляється в

окремому екзаменаційному протоколі та завіряється підписами голови та членів екзаменаційної комісії.

Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності F7 «Комп'ютерна інженерія» містить основну письмову компоненту з трьох питань (з різних розділів програми) та усну компоненту – одне питання щодо тематики майбутніх наукових досліджень вступника. Кожне з питань оцінюється максимально в 25 балів, максимальна сумарна кількість балів – 100 балів.

Критерії оцінювання кожного питання письмової та усної компоненти вступного іспиту є такими:

Оцінка «відмінно» (21–25 балів): вступник до аспірантури бездоганно засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; самостійно, грамотно і послідовно з вичерпною повнотою відповів на питання; демонструє глибокі та всебічні знання, логічно будує відповідь; вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтовано формулювати висновки.

Оцінка «добре» (16–20 балів): вступник добре засвоїв теоретичний матеріал, аргументовано викладає його; розкриває основний зміст питання, допускає незначні неточності при використанні наукових термінів; нечітко формулює висновки.

Оцінка «задовільно» (11–15 балів): вступник в основному засвоїв теоретичний матеріал; фрагментарно розкриває зміст питання і має лише загальне його розуміння; допускає суттєві помилки, наводить прості приклади, плутає поняття.

Оцінка «незадовільно» (0–10 балів): вступник не засвоїв зміст питання, не знає основних його понять; дає неправильні відповіді на запитання.

Оцінка (за критеріями)	Бали
«Відмінно»	21–25 (за кожне питання)
«Добре»	16–20
«Задовільно»	11–15
«Незадовільно»	0–10

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності F7 «Комп'ютерна інженерія» передбачає необхідність неухильного дотримання норм та правил академічної доброчесності відповідно до Положення про академічну доброчесність у Національному університеті «Чернігівська політехніка». За порушення зазначених норм та правил

вступники до аспірантури притягаються до відповідальності згідно з чинним законодавством.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Столлінгс В. Організація та архітектура комп'ютерних систем: підручник. — 10-те вид. — К.: Діалектика, 2021. — 1008 с.
2. Цюцюра С. В., Цюцюра М. І. Архітектура комп'ютера: навч. посіб. — Київ: КНУБА, 2019. — 236 с.
3. Hennessy J. L., Patterson D. A. Computer Architecture: A Quantitative Approach. — 6th ed. — Morgan Kaufmann, 2019. — 936 p.
4. Patterson D. A., Hennessy J. L. Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface. — 6th ed. — Morgan Kaufmann, 2020. — 712 p.
5. Мельник А. О. Архітектура комп'ютера: навч. посіб. — Львів: Львівська політехніка, 2018. — 400 с.
6. Матвієнко М. П. Основи цифрової та мікропроцесорної техніки: навч. посіб. — Київ: Кондор, 2020. — 296 с.
7. Harris D., Harris S. Digital Design and Computer Architecture. — 3rd ed. — Morgan Kaufmann, 2021. — 700 p.
8. Wakerly J. F. Digital Design: Principles and Practices. — 5th ed. — Pearson, 2018. — 960 p.
9. Pedroni V. A. Circuit Design and Simulation with VHDL. — 3rd ed. — MIT Press, 2020. — 664 p.
10. Barr M., Massa A. Programming Embedded Systems. — 2nd ed. — O'Reilly Media, 2019. — 300 p.
11. Valvano J. W. Embedded Systems: Real-Time Interfacing to ARM Cortex-M Microcontrollers. — 6th ed. — 2021. — 690 p.
12. Городецька О. С., Гикавий В. А., Онищук О. В. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. — Вінниця: ВНТУ, 2017. — 129 с.
13. Таненбаум Е., Уезеролл Д. Комп'ютерні мережі. — 5-те вид. — К.: Діалектика, 2020. — 960 с.
14. Kurose J. F., Ross K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. — 8th ed. — Pearson, 2021. — 864 p.

15. Сільвестрова С. В. Операційні системи: навч. посіб. — Харків: ХНУРЕ, 2020. — 244 с.
16. Silberschatz A., Galvin P. B., Gagne G. Operating System Concepts. — 10th ed. — Wiley, 2018. — 976 p.
17. Tanenbaum A. S., Bos H. Modern Operating Systems. — 5th ed. — Pearson, 2022. — 1128 p.
18. Скороход Ю. Ю. Надійність, діагностика та відмовостійкість комп'ютерних систем: навч. посіб. — Київ: НАУ, 2019. — 212 с.
19. Siewiorek D. P., Swarz R. S. Reliable Computer Systems: Design and Evaluation. — 3rd ed. — A K Peters, 2017. — 936 p.
20. Ковтун В. В. Проектування цифрових систем на основі ПЛІС: навч. посіб. — Тернопіль: ТНТУ, 2021. — 188 с.
21. Anderson R. Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. — 3rd ed. — Wiley, 2020. — 1232 p.
22. Kocher P., Jaffe J., Jun B. Differential Power Analysis and Side-Channel Attacks: Selected Papers. — Springer, 2019.
23. Дубовик О. С., Жежерін Д. І. Основи кібербезпеки: навч. посіб. — Київ: НАСОА, 2022. — 288 с.
24. Trusted Computing Group. TPM 2.0 Library Specification [Електронний ресурс]. — <https://trustedcomputinggroup.org>
25. NIST SP 800-193. Platform Firmware Resiliency Guidelines. — 2018.
26. IEEE 802.11-2020. Standard for Information Technology — Wireless LAN.
27. Хвостенко О. О. Мікропроцесорні системи та Інтернет речей: навч. посіб. — Одеса: ОНПУ, 2021. — 216 с.
28. Grama A., Gupta A., Karypis G., Kumar V. Introduction to Parallel Computing. — 2nd ed. — Pearson, 2003. — 856 p.
29. Nielsen M. A., Chuang I. L. Quantum Computation and Quantum Information. — Cambridge University Press, 2019. — 702 p.
30. Xilinx / AMD. UltraScale Architecture Configuration User Guide [Електронний ресурс]. — <https://www.amd.com>