

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи

Віктор ЛОПАТОВСЬКИЙ

2023 р.

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії на основі  
раніше здобутого ступеня вищої освіти магістра

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Спеціалізація (за наявності):

Освітня програма: Комп'ютерна інженерія

Схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних  
систем

протокол № 11 від 13.04 2023 р.

Зав. кафедри

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Гарант ОП

Дмитро МЕДЗАТИЙ

Програма розглянута та схвалена на засіданні вченої ради факультету  
інформаційних технологій

протокол № 4 від 14.04 2023 р.

Голова вченої ради факультету  Олег САВЕНКО

## **Загальні положення**

Вступний фаховий іспит для вступу на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія», ОНП «Комп'ютерна інженерія» проводиться приймальною комісією Хмельницького національного університету.

Під час виконання завдання перевіряються знання, вміння та навички студентів щодо розв'язання певних завдань з теорії, проєктування та моделювання спеціалізованих комп'ютерних систем, теорії і технологій проєктування спеціалізованих операційних систем, теорії і проєктування комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж, моделювання систем, системної інженерії програмного забезпечення комп'ютерних систем.

Мета вступного фахового іспиту полягає у перевірці здатності до опанування ОНП «Комп'ютерна інженерія» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти на основі здобутих раніше компетентностей.

### **Технологія проведення вступного фахового іспиту**

Вступний іспит (вступне випробування) проводиться у формі тестування із комп'ютерною обробкою результатів. Система проведення вступних іспитів є оригінальною розробкою ХНУ і захищена свідоцтвом про авторське право № 39534 від 08.08.2011 р. Вона розроблена на підставі таких документів: Закону України «Про вищу освіту», «Положення про приймальну комісію ХНУ», Порядку прийому до вищих навчальних закладів України та Правил прийому до Хмельницького національного університету.

Основні положення системи тестування із комп'ютерною обробкою результатів викладені нижче. Бази даних тестових завдань створюються для всіх дисциплін, з яких проводиться тестування, щорічно поповнюються і вдосконалюються.

Бази даних тестових завдань або навчальні програми, за якими вони створені, є відкритими. Університет щорічно оприлюднює їх у паперовому або в електронному вигляді.

Відповідальність за зміст і якість тестових завдань покладається на голову предметної комісії.

Екзаменаційний білет може містити тестові завдання одного або різних рівнів складності. Для автоматизованого формування білетів використовують комплекс комп'ютерних програм, які компонують бази даних тестових завдань з кожної дисципліни, формують екзаменаційні білети за допомогою випадкової вибірки та роздруковують їх.

Екзаменаційні білети, що включають тестові завдання, формують і тиражують комп'ютерними засобами перед початком тестування. Сформовані білети засвідчуються печаткою приймальної комісії.

Номер кожного екзаменаційного білета збігається з номером талона відповідей, який додається до нього.

Організація автоматизованого формування комплекту екзаменаційних білетів до вступних іспитів, контроль за ним покладається на відповідального секретаря Приймальної комісії або його заступника.

Тестування проводиться відповідно до розкладу в аудиторіях, що обладнані необхідними технічними засобами.

Пропуск вступників до аудиторії тестування проводить відповідальний секретар ПК та його заступники. При цьому перевіряється паспорт та перепустка, у якій вказана особа вступника, дата і час тестування.

Кожний учасник тестування витягує номер, який вказує його місце в аудиторії. Всі місця за столами пронумеровані.

В аудиторії тестування дозволяється присутність громадських спостерігачів (батьків вступників).

Вступникам видаються титульні листи і проводиться роз'яснення щодо їх заповнення.

Після розміщення учасників тестування в аудиторії вступники особисто вибирають екзаменаційні білети, що розкладені на столі.

Після отримання екзаменаційних білетів вступники працюють над розв'язком завдань протягом встановленого часу.

Талони відповідей надаються кожному вступнику в одному екземплярі. Забороняється видача вступнику другого талона. Талон відповідей заповнюється вступником відповідно до роз'яснення щодо їх заповнення.

Після закінчення роботи над тестами, або добігання до кінця часу, відведеного на тестування, вступники здають підписані роботи разом з талонами відповідей, які до початку сканування знаходяться на столі екзаменатора.

Сканування талонів відповідей починається після здачі робіт всіма вступниками у їх присутності. Процес сканування талонів відповідей демонструється за допомогою проектору на великому екрані.

Після закінчення сканування та комп'ютерної обробки талонів відповідей результати тестування демонструються на екрані у вигляді екзаменаційної відомості, в якій відсутні прізвища вступників, а є лише номер екзаменаційного білета. Далі персонал приймальної комісії вносить в комп'ютер інформацію про відповідність номера екзаменаційного білета

прізвищу вступника. На екрані демонструється екзаменаційна відомість з прізвищами вступників, яка роздруковується і завіряється відповідальним секретарем приймальної комісії.

Критерії оцінювання вступних іспитів затверджуються на засіданні Приймальної комісії та наводяться в додатку до Правил прийому.

### **Перелік освітніх компонентів (навчальних дисциплін), на базі яких складається іспит**

1 Теорія, проєктування та моделювання спеціалізованих комп'ютерних систем

Вбудовані системи та їх характеристики. Системи керування та вбудовані системи. Системи без та із зворотнім зв'язком. Характеристики вбудованої системи. Структура вбудованих систем. Апаратна та програмна складова. Забезпечення функціональності вбудованих систем. Класифікація і структура мікроконтролерів. Модульна організація мікроконтролерів. Процесорне ядро мікроконтролера. Компоненти мікроконтролерів.

Гарвардська та Принстонська архітектури. Комп'ютерні системи класу SIMD (ОКМД). Векторні і векторно-конвеєрні КС. Матричні обчислювальні системи. Моделі масивів процесорів: процесорний елемент-процесорний елемент, процесор-пам'ять. Архітектура матричних комп'ютерних систем. Комп'ютерні системи нетрадиційної архітектури: асоціативні та систолічні. Комп'ютерні системи класу MIMD. Архітектури SMP. Архітектура з багатопортовою пам'яттю. Кластерні обчислювальні системи. Класифікація архітектури кластерних систем. Топології кластерів. Grid системи. Надійність комп'ютерних систем, RAID масиви.

Основні визначення та узагальнена архітектура кіберфізичних систем. Властивості та вимоги до кіберфізичних систем. Сценарії розробки кіберфізичних систем. Автоматизовані системи управління виробництвом (Industrial control system). Дворівнева архітектура кіберфізичних систем: рівень вузла та рівень хмарного середовища. Характеристики та використання шлюзів. Протоколи передачі інформації від шлюза в хмару, протокол MQTT.

Розробка сценарії автоматизації для Інтернету речей та кіберфізичних систем на основі потоків у середовищі Node Red.

Інтерфейс GPIO, програмування задач керування із використанням давачів та виконавчих механізмів на Python у Raspberry Pi.

Типи програмованих логічних контролерів. Робочий цикл виконання програми користувача.

Функції та властивості промислових мереж. Рівень датчиків та розподіленої периферії, рівень контролерів. Обмін даними процесу у реальному часі. Вимоги до промислових мереж. Промислові мережі в контексті моделі ISO OSI. Комунікаційне середовище, як проміжний рівень між фізичним та кібер-середовищем. Послідовні інтерфейси передачі даних на фізичному рівні кіберфізичних систем. Синхронна та асинхронна передача.

Проблеми забезпечення безпеки в кіберфізичних системах. Види кібератак у кіберфізичних системах.

Конвергенція та дивергенція технологій, що визначають суть концепції цифрового двійника. Технології збору та обробки даних для створення цифрового двійника.

#### Список рекомендованої літератури

1. Hall, St. H., Hall G. W. High-Speed Digital System Design: A Handbook of Interconnect Theory and Design Practices. Wiley-IEEE Press, 2000. – 347 p.
2. Milutinovi, V., Kotlar, M. Handbook of Research on Methodologies and Applications of Supercomputing (Advances in Systems Analysis, Software Engineering, and High Performance Computing). IGI Global, 2021. – 393 p.
3. Nise, N. S. Control Systems Engineering, Abridged. Wiley, 2019. – 688 p.
4. R de Supinski, B., Abramson, D. Supercomputing Frontiers. Saint Philip Street Press, 2020. – 116 p.
5. Tate, T. The Book on Supercomputing: High Quality Edition. Independently published, 2023. – 690 p.

#### 2 Теорія і технології проектування спеціалізованих операційних систем

Потоки в операційних системах. Міжпроцесна взаємодія. Примітиви міжпроцесної взаємодії. Поняття про бар'єри. Поняття про системи передачі повідомлень.

Критерії планування. Критерії короткотривалого планування. Використання пріоритетів. Альтернативні стратегії планування.

Зниження пріоритету. Справедливе планування. Стратегії планування. Стратегія планування "першим прийшов – першим обслуговується". Стратегія "кругове планування". Віртуальне кругове планування. Вибір

самого короткого процесу. Стратегія найменшого часу, що залишився. Стратегія найвищого відношення відгуку.

Уникнення взаємоблокувань. Алгоритм банкіра для одного та декількох видів ресурсів. Взаємоблокування. Основні поняття взаємоблокування. Умови та моделювання взаємоблокувань. Виявлення та усунення взаємоблокувань. Уникнення взаємоблокувань при наявності декількох ресурсів кожного типу. Вихід із взаємоблокування. Уникнення взаємоблокувань шляхом порушення умов їх здійснення.

Основні поняття керування пам'яттю. Однозадачна система без підкачки на диск. Багатозадачність з фіксованими розділами. Поняття про підкачку даних. Облік використання пам'яті, яка виділяється динамічно. Віртуальна пам'ять. Основні поняття. Сторінкова організація пам'яті. Характеристика основних алгоритмів заміщення сторінок.

Керування введенням-виведенням. Способи здійснення введення-виведення. Еволюція функцій введення-виведення. Прямий доступ до пам'яті. Аспекти проектування пристроїв введення-виведення. Логічна структура функцій введення-виведення. Буферизація операцій введення-виведення.

Принципи апаратури введення-виведення. Пристрої введення-виведення. Переривання персональної КС. Програмне забезпечення вводу-виводу. Задачі програмного забезпечення вводу-виводу. Способи здійснення операцій вводу-виводу. Програмні рівні вводу-виводу. Обробники переривань. Драйвери пристроїв.

Багатопроесорне планування і планування реального часу. Класифікація багатопроесорних систем. Основні поняття про зернистість синхронізації. Задачі планування в багатопроесорній системі. Планування процесів. Планування потоків. Основні підходи до планування потоків в багатопроесорних системах.

Основні підходи до планування потоків. Розділення навантаження. Бригадне планування. Призначення процесорів. Динамічне планування.

Розробка інтерфейсу ОС. Парадигми. Реалізація ОС. Тенденції у проектуванні ОС. Особливості проектування ОС. Постановка задачі проектування ОС. Причини ускладнення проектування ОС.

Планування реального часу. Поняття про обчислення реального часу. Характеристики операційних систем реального часу. Планування реального часу. Планування з граничними термінами. Частотно-монотонне планування.

## Список рекомендованої літератури

1. Agarwal, V. K., Kumar, N., Singh, R., Pathak, A., Bhushan, B. Operating Systems Support and Network Optimization View of Internet of Things. In Emerging Technologies in Data Mining and Information Security – Springer, Singapore, 2021.
2. Cooling, J. Real-time Operating Systems Book 1: The Foundations (The engineering of real-time embedded systems). Independently published, 2018, 296 p.
3. Love, R. The Linux kernel: a description of the development process. Robert Love, 2019, 496 p.
4. Silberschatz, A., Galvin, P.B., Gagne, G. Operating system concepts essentials. John Wiley & Sons, Inc., 2019, 784 p.
5. Szopa, A. Comparison Analysis of Accessible Features Built into Operating Systems. In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics – Springer, Cham, 2021.
6. Windows Driver Kit documentation [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал]. – Електронні дані. – [© Microsoft, 2023]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/>

### 3 Теорія і проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж

Зближення локальних і глобальних мереж. Топологія фізичних зв'язків. Адресація вузлів мережі. Комутація й мультиплексування. Комутація каналів і комутація пакетів. Відкриті системи й модель OSI. Загальна характеристика моделі OSI. Транспортний рівень. Сеансовий рівень. Представницький рівень. Фізичний рівень. Канальний рівень. Мережний рівень. Прикладний рівень. Стек TCP/IP. Багаторівневий підхід. Декомпозиція завдання мережної взаємодії. Типи ліній зв'язку. Середовище передачі інформації. Провідні лінії зв'язку. Кабельні лінії: кручена пара, коаксіальний кабель, волоконно-оптичний кабель. Апаратури передачі даних. Властивості протоколів канального рівня.

Рівень мережних інтерфейсів. Загальна характеристика протоколів локальних мереж. Стандартна топологія й поділюване середовище. Структура стандартів IEEE 802.x. Протокол LLC. Три типи процедур рівня LLC. Структура кадрів LLC і процедура LLC2. Мережі відділів. Мережі кампусів. Мережі масштабу підприємства.

Адресація в IP мережах. Протокол IP. Використання масок при IP - адресації. Типи адрес в IP - мережах. Форми запису IP адреси. Класи IP-

адрес. Особливі IP- адреси. Централізований розподіл IP - адрес. Автоматизація призначення IP- адрес. Маркерний доступ до поділюваного середовища. Технологія Ethernet зі швидкістю передачі даних до 10 Мбіт/с, 100 Мбіт/с та 1000 Мбіт/с. Метод доступу CMA/CD. MAC - адреси. Етапи доступу до середовища. Виникнення колізій. Час подвійного обороту й розпізнавання колізій. Формати кадрів технології Ethernet. Кадр 802.3/LLC. Кадр Raw 802.3/Novel 802.3. Кадр Ethernet DIX/Ethernet II. Кадр Ethernet SNAP. Специфікація фізичного середовища Ethernet. Стандарти 10Base-5, 10Base-2, 10Base-T, 100Base-FX, 100Base-TX, 100Base-T4, 1000 Base-T. Стандарти оптоволоконної мережі Ethernet. Домен колізії. Gigabit Ethernet.

Функціональна модель маршрутизатора. Основні функції маршрутизатора: рівень інтерфейсу; рівень мережного протоколу; рівень протоколів маршрутизації. Додаткові функціональні можливості маршрутизаторів.

Протокол SMB для віддаленого доступу до файлів, принтерів та інших мережесих ресурсів та міжпроцесної взаємодії.

Мережеві комутатори. Технологія віртуальних локальних мереж (VLAN).

#### Список рекомендованої літератури

1. Barrett, S.F. Microchip AVR® Microcontroller Primer: Programming and Interfacing / S.F. Barrett, D. J. Pack, M. A. Thornton. – Morgan & Claypool Publishers, 2019. – 374 p.
2. Karpagam G.R., Kumar B.V., Maheswari J.U., Gao X.-Z. Smart Cyber Physical Systems Chapman and Hall/CRC, 2020 – 294 p.
3. Kravets A.G., Bolshakov A.A., M.V. Shcherbakov Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 Challenges (Studies in Systems, Decision and Control, 260) / Springer; 1st ed., 2020. – 349 p.
4. Nisan, N., Schocken S. The Elements of Computing Systems, second edition: Building a Modern Computer from First Principles 2nd Edition / The MIT Press, 2021. – 344 p.
5. Rea, P., Ottaviano E., Machado J. and Antosz K. Design, Applications, and Maintenance of Cyber-Physical Systems / Engineering Science Reference, 2021. – 314 p. DOI: 10.4018/978-1-7998-6721-0



## 4 Моделювання систем

Структурно-функціональне та імітаційне моделювання. Модель: властивості та функції. Класифікація та способи представлення моделей. Структура моделей. Аргументація вибору методу моделювання (аналітичне, чисельне, імітаційне, статистичне, натурне).

Статистичне моделювання: Парна лінійна регресійна модель. Парна нелінійна регресійна модель. Множинна лінійна регресійна модель. Нелінійні множинні регресійні моделі.

Моделювання випадкових величин. Генератори випадкових чисел. Моделювання системи випадкових величин. Генерування випадкових некорельованих впливів, розподілених за рівномірним або нормальним законом розподілу (рівномірний або нормальний білий шум).

Стохастичне моделювання. Потoki подій. Граничні теореми теорії потоків. Дискретний марківський процес з неперервним часом. Диференціальні рівняння Колмогорова. Стаціонарний режим. Граничні ймовірності станів системи. Випадкові процеси в системах масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування. Показники ефективності систем масового обслуговування.

Імітаційне моделювання: Доцільність використання імітаційного моделювання. Розроблення концептуальної моделі. Розроблення структурної схеми імітаційної моделі та опису функціонування. Методи проєктування імітаційних моделей. Формулювання проблеми та змістовна постановка задачі. Програмна реалізація імітаційної моделі. Автоматизація програмування. Перевірка достовірності і правильності імітаційних моделей. Імітаційний експеримент.

Проблема розуміння сенсу як виявлення знань з даних і сигналів. Неформальні моделі подання знань. Формальні моделі подання знань. Логічна модель подання знань. Подання знань у семантичних мережах. Продукційні моделі подання знань. Поняття як елемент системи знань. Задача формування понять. Моделі подання знань. Типи знань: декларативні та процедурні, екстенціональні та інтенціональні.

Сутність автоматного підходу. Скінченні автомати. Автомати з магазинною пам'яттю. Моделювання машин Поста і Тьюринга. Машини Тьюринга. Алгоритмічно розв'язні та нерозв'язні проблеми.

Моделювання динамічних дискретних систем: Мережі Петрі. Прості мережі Петрі. Розмітка мережі Петрі. Формальне визначення мереж Петрі.

Інтелектуальний аналіз. Класифікація задач: розпізнавання, прогнозування, діагностика, проєктування, планування дій. Автоматизація розв'язання задач, що важко формалізуються.

Концептуальні засади в галузі застосування штучного інтелекту. Біологічні та соціальні моделі інтелекту. Агенти, агентне моделювання. Напрями моделювання штучного інтелекту: побудова моделей на основі психофізіологічних даних; моделювання інтелектуальної діяльності за допомогою обчислювальних машин; нейрокібернетика.

### Список рекомендованої літератури

1. Виклюк Я. І. Моделювання складних систем: навчальний посібник / Я. І. Виклюк, Р. М. Камінський, В. В.
2. Кисіль Т. М. Моделювання систем : навч. посібн. – Хмельницький : Видавн. «ПП Мельник А. А.», 2021. – 256 с.
3. Ситнік Б.Т. Комп'ютерні системи керування: Навч. посібник. – Ч1.– Моделювання систем. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 182 с.
4. System Modeling and Analysis: a Practical Approach /Gerrit Muller University of South-Eastern Norway-NISE, 2021.
5. System Modeling. Guidelines for writing the course paper for full-time students majoring in 123 – Computer Engineering / Т. М. Kysil, М. V. Kapustian. – Khmelnytskyi : KhNU, 2021. – 48 p.

### 5 Системна інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем

Системна інженерія програмного забезпечення: вступ. Емерджентні властивості ПЗ. Процеси життєвого циклу систем. Приклади прояву низької якості програмного забезпечення (ПЗ) на системному рівні.

Розуміння контексту вимог. Інженерія вимог. Заглиблення у вимоги. Генерація проєктних рішень на основі вимог. Зв'язок вимог із тестуванням. Методи та засоби управління вимогами.

Синхронізація мислення членів колективу. Обмін інформацією. Способи спрощення обміну інформацією. Розроблення корпоративного програмного забезпечення. Створення спільної платформи розроблення.

Методика системного аналізу. Опис, базові структури та етапи аналізу систем. Поняття системології, системної інженерії, системотехніки. Фундаментальні поняття системної інженерії та теорії систем. Вступ до системного аналізу. Історія, предмет та цілі системного аналізу. Системні властивості. Класифікація систем.

Основи моделювання систем. Класифікація видів моделювання систем. Моделювання системної архітектури. Моделювання поведінки системи. Побудова моделей. Стадії моделювання системи.

Планування управління ризиками. Планування та оцінка трудомісткості програмного проекту. Процесний підхід. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення. Планування архітектури. Планування проєктування та розроблення інтерфейсу користувача

Основи тестування програмного забезпечення (ПЗ). Рівні тестування. Необхідність раннього тестування. Тестування інтерфейсів. Верифікація і валідація, оцінка якості.

Стратегічне планування при проєктуванні програмних систем на основі використання backcasting-підходу. Створення продуктів, орієнтованих на користувача. Креативність та продуктивність як характеристики системного аналітика. 10 способів стати лідером за допомогою системної інженерії. Концепція сталого розвитку. Задачі для досягнення сталого розвитку.

#### Список рекомендованої літератури

1. Kossiakoff, A., Biemer, St.M., Seymour, S.J., Flanagan, D.A. Systems Engineering Principles and Practice. Wiley Series in Systems Engineering and Management, 3rd Edition, 2020. – 688 p.
2. ISO/IEC TR 12182:2015. Systems and software engineering. Framework for categorization of IT systems and software, and guide for applying it. Geneva (Switzerland). – 20 p. (International standard).
3. ISO/IEC/IEEE CD 12207:2016. Systems and software engineering. Software life cycle processes. Geneva (Switzerland). – 162 p. (International standard).
4. ISO/IEC/IEEE 24765:2010. Systems and software engineering. Vocabulary. Geneva (Switzerland). – 410 p. (International standard).
5. Tim Bryce. True Systems Analysis // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://analyst.by/articles/true-systems-analysis>.