

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет



«Затверджую»
Проректор з НІР
Лопатовський В.Г.
«27» 01 2022 р.

ПРОГРАМА

додаткового вступного випробування для навчання
за освітньо-науковою програмою доктора філософії
спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія

Затверджено на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем
Протокол № 7 від 12 січня 2022 р.

Завідувач кафедри КІС
_____ д.т.н., проф. Говорущенко Т.О.

Затверджую
Декан ФІТ
_____ д.т.н., професор Савенко О.С.

Схвалено Вченою радою ФІТ
Протокол № 3 від 27.01 2022 р.

Голова Вченої ради ФІТ
_____ д.т.н., професор Савенко О.С.

Загальні положення

Додаткове вступне випробування проводиться приймальною комісією Хмельницького національного університету – за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія». Додаткове вступне випробування призначено для здобувачів вищої освіти, які не мають диплома магістра (спеціаліста) за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія».

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.

Критерії оцінювання

Абітурієнт одержує завдання з 3-х екзаменаційних питань, наведених нижче, – відповідно на перевірку основних знань 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.

Завдання виконується письмово. Якщо здобувач вищої освіти при виконанні завдання показав знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, достатньому для подальшого навчання та науково-практичної діяльності за професією, то він отримує оцінку «зараховано».

Зміст навчального матеріалу

1 Теорія і проєктування комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж

Теорія проєктування комп'ютерних мереж. Характеристики і якість обслуговування в комп'ютерних мережах. Організація доступу до магістралі комп'ютерних мереж. Побудова мережних шаблонів. Методи, технології і технічні засоби обміну даних в комп'ютерних мережах. Передача даних по аналоговим та дискретним каналам. Безпроводні технології передачі даних.

Синтез архітектури та технології побудови магістралі комп'ютерних мереж. Технології ATM. Технології FDDI. Технології Frame Relay.

Синтез архітектури об'єднаних IP мереж. Методологія планування комп'ютерних мереж. Управління і моніторинг комп'ютерних мереж. Віддалений доступ в комп'ютерних мережах. Перспективні напрямки розвитку комп'ютерних мереж. Хмарні технології. Технології віртуалізації. Кластерні рішення.

Синтез архітектури та технології реалізації розподілених інтелектуальних комп'ютерних систем. Інформаційні аспекти організації інтелектуальних комп'ютерних систем. Представлення знань в інтелектуальних комп'ютерних системах. Інтелектуальні методи розподіленої обробки даних. Технологія сховищ даних. Data Mining. Алгоритми та етапи навчання. Підготовка даних. Інтелектуальні пошукові системи.

Підходи до оптимізації простих трафікових функцій. Методи безумовної оптимізації. Оптимізація унімодальних трафікових функцій. Підходи до оптимізації складних трафікових функцій. Оптимізація багатоекстремальних трафікових функцій. Оптимізація трафікових функцій з декількома змінними. Умовна оптимізація трафіку. Лінійні моделі. Графічний метод. Транспортна задача. Оптимальна маршрутизація.

Синтез архітектури кіберфізичних систем і загальної комунікаційної інфраструктури. Теорія проектування вбудованих і сенсорних систем. Синтез архітектури розподілених і хмарних обчислень. Синтез архітектури програмно-визначених систем та мереж. Технології віртуалізації.

Аналіз даних і прикладне програмне забезпечення в кіберфізичних системах.

Технології та алгоритми збору, обробки, аналізу і візуалізації великих даних. Системи доповненої реальності.

Кібербезпека комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж. Безпека на мережному рівні. Програмно-апаратні засоби забезпечення безпеки в комп'ютерних та кіберфізичних системах і мережах. Забезпечення безпеки вбудованих систем.

2 Теорія і технології проектування спеціалізованих операційних систем

Теорія проектування сучасних операційних систем. Операційні системи, їх структури і функції. Ядро операційної системи. Специфічні особливості ядра операційної системи в порівнянні з програмами, які виконуються в просторі користувача. Простір користувача та системний простір. Розподіл віртуального адресного простору. Управління даними. Управління пристроями введення-виведення. Переривання. Сучасні операційні системи. Особливості архітектури

ОС Windows. Особливості синтезу архітектури операційних систем на основі монолітного ядра.

Архітектура ОС Windows. Мікроядро. System Service Interface (інтерфейс системних служб). Configuration Manager (менеджер конфігурування). I/O Manager (диспетчер введення-виведення). Virtual Machine Manager (менеджер віртуальних машин). Local Procedure Call (локальний процедурний виклик). Process Manager (диспетчер процесів). Object Manager (менеджер об'єктів). Інтерфейс прикладного програмування API.

Програми-завантажники. Функціональність завантажника операційної системи. Завантажувач 1-го ступеню. Завантажувач 2-го ступеню. Ручне завантаження. Виконання основних функцій при завантаженні ядра.

Теорія проєктування драйверів. Драйверна концепція. Класифікація драйверів за типами. Програмування в режимі ядра. Особливості вибору моделі драйвера для ОС Windows. Інструменти для написання драйверів.

Структура драйвера. Основні функції для побудови драйвера. Розроблення драйверів в ОС Windows. Розроблення драйверів засобами Windows Driver Frameworks. Драйвери режиму ядра та драйвери режиму користувача. Зв'язок між компонентами режиму користувача та режиму ядра.

Windows Driver Foundation (WDF). Об'єктна модель WDF. Об'єктна модель KMDF. Об'єкти KMDF. Життєвий цикл об'єкта KMDF. Об'єкти UMDF. Життєвий цикл UMDF-драйвера. Особливості моделі введення / виведення UMDF (KMDF). Обробка I/O-запитів. Стеки драйверів для запиту введення / виведення. Setup application programming interface (SetupAPI). Збір системних подій.

Поняття віртуального адресного простору. Пам'ять, що витісняється (paged pool) та пам'яті, що не витісняється (nonpaged pool). Дерево пристроїв Plug and Play. Керування живленням і модель вводу / виводу в WDF. Об'єкти пристроїв та стеки пристроїв в режимі ядра. Обробка IRP декількома стеками пристроїв. Потік даних в KMDF / UMDF.

Синтез архітектури ядра Linux. Дерево початкових кодів ядра. Модулі в ОС Linux. Реалізація модулів. Залежності модулів. Системні виклики. Системні виклики в Linux. Обробка системних викликів. Додавання нових системних викликів до ядра операційної системи. Збирання власного ядра. Керування пам'яттю в Linux. Процеси в Linux.

Теорія проєктування файлових систем. Основні функції файлової системи. Класифікація файлових систем. Організація файлової системи. Загальна модель файлової системи. Ієрархічна структура файлової системи. Фізична організація й адресація у файлі.

3 Теорія, проектування та моделювання спеціалізованих комп'ютерних систем

Напрямки розвитку мікроелектронних компонентів обчислювальних систем. Перспективи мікроелектронного виробництва. Мікропроцесори та мікроконтролери. Мікросхеми пам'яті. Програмовані логічні інтегральні схеми.

Теорія проектування сучасних спеціалізованих комп'ютерних систем. Архітектурні особливості сучасних спеціалізованих комп'ютерних систем. Типи команд мікропроцесорів. Структурний паралелізм мікропроцесорів. Структурні методи зменшення часу доступу до пам'яті. Класифікація архітектур мікропроцесорів. Методи прискорення перемикання контексту процесора. Архітектурно незалежна специфікація програм.

Сигнальні процесори. Специфіка задач цифрової обробки сигналів. Сигнальні процесори компанії ANALOG DEVICES. Структурна схема ADSP21xx та призначення функціональних блоків. Функціонування хост-порта ADSP-2181. Функціонування циклічних буферів.

Архітектура багатоядерних процесорів. Огляд архітектур обчислювальних систем. Історія масових багатоядерних процесорів. Двоядерний процесор Intel Core 2 Duo. 16-ядерний процесор AMD з архітектурою Bulldozer. 80-ядерний процесор Intel Teraflops Research Chip.

Архітектура мультиклітинних процесорів. Концепція мультиклітинних процесорів. Опис алгоритму у вигляді «тріад». Виконання програми.

Процесор Intel VPro. Нова модель конструкції транзисторів. Вбудована графіка. Технології прискорення роботи на ПК. Вбудовані функції безпеки. Захист від крадіжок. Технологія 3 покоління Ivy Bridge.

Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС). Програмована логічна інтегральна схема ПЛІС, засоби її програмування. Класифікація. Сфери застосування.

Мікропроцесор Altera Nios II. Вбудовуваний процесор Nios II від компанії Altera. Переваги мікропроцесорів, вбудованих в FPGA. Бібліотечні елементи для периферії процесора. Апаратна частина.

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. Потоки 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.

5 Системна інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем

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

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

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

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

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

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

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

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

Перелік екзаменаційних питань

1 Теорія і технології проєктування спеціалізованих операційних систем

1. Поняття драйвера. Драйверна концепція. Структура драйвера.
2. Особливості архітектури ОС на основі монолітного ядра.

3. Особливості роботи з даними та стеком під час роботи драйвера.
4. Модель файлової системи. Фізична організація й адресація у файлі.
5. Особливості моделі введення / виведення UMDF (KMDF).
6. Зв'язок між компонентами режиму користувача та режиму ядра. Драйвери режиму ядра та драйвери режиму користувача.
7. Пам'ять, що витісняється (paged pool) та пам'ять, що не витісняється (nonpaged pool).
8. Принципи здійснення запитів введення / виведення, які обробляються кількома наборами пристроїв.
9. Об'єкти пристроїв та стеки пристроїв в режимі ядра.
10. Обробка IRP декількома стеками пристроїв.
11. Керування живленням і модель вводу / виводу в WDF.
12. Обробка I/O-запитів. Стеки драйверів для запиту введення / виведення.
13. Поняття віртуального адресного простору.
14. Особливості вибору моделі драйвера для ОС Windows.
15. Поняття дерева пристроїв Plug and Play.
16. Потік даних в KMDF / UMDF.
17. Керування пам'яттю в Linux.
18. Модулі в ОС Linux. Реалізація модулів. Залежності модулів.
19. Системні виклики. Обробка системних викликів.
20. Програми-завантажники. Функціональність завантажника операційної системи.
21. Особливості синтезу архітектури операційних систем на основі монолітного ядра.
22. Ядро операційної системи. Специфічні особливості ядра операційної системи в порівнянні з програмами, які виконуються в просторі користувача.
23. Об'єкти KMDF. Життєвий цикл об'єкта KMDF.
24. Об'єкти UMDF. Життєвий цикл UMDF-драйвера.
25. Setup application programming interface (SetupAPI).

2 Теорія і проектування комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж

1. Характеристики і якість обслуговування в комп'ютерних мережах.
2. Організація доступу до магістралі комп'ютерних мереж.
3. Побудова мережних шаблонів.
4. Синтез архітектури об'єднаних IP мереж.
5. Методологія планування комп'ютерних мереж.
6. Поняття хмарних технологій.

7. Поняття технологій віртуалізації.
8. Технології реалізації розподілених інтелектуальних комп'ютерних систем.
9. Інформаційні аспекти організації інтелектуальних комп'ютерних систем.
10. Представлення знань в інтелектуальних комп'ютерних системах.
11. Інтелектуальні методи розподіленої обробки даних.
12. Оптимізація унімодальних трафікових функцій.
13. Підходи до оптимізації складних трафікових функцій.
14. Оптимізація багатоекстремальних трафікових функцій.
15. Оптимізація трафікових функцій з декількома змінними.
16. Синтез архітектури кіберфізичних систем і загальної комунікаційної інфраструктури.
17. Теорія проєктування вбудованих і сенсорних систем.
18. Синтез архітектури розподілених обчислень.
19. Синтез архітектури хмарних обчислень.
20. Синтез архітектури програмно-визначених систем та мереж.
21. Аналіз даних в кіберфізичних системах.
22. Технології та алгоритми збору, обробки, аналізу і візуалізації великих даних.
23. Системи доповненої реальності.
24. Кібербезпека комп'ютерних та кіберфізичних систем і мереж.
25. Забезпечення безпеки вбудованих систем.

3 Теорія, проєктування та моделювання спеціалізованих комп'ютерних систем

1. Архітектурні особливості сучасних спеціалізованих комп'ютерних систем.
2. Структурний паралелізм мікропроцесорів.
3. Структурні методи зменшення часу доступу до пам'яті.
4. Класифікація архітектур мікропроцесорів.
5. Методи прискорення перемикання контексту процесора.
6. Архітектурно незалежна специфікація програм.
7. Специфіка задач цифрової обробки сигналів.
8. Функціонування циклічних буферів.
9. Структура 16-ядерного процесора AMD з архітектурою Bulldozer.
10. Архітектура 80-ядерного процесора Intel Teraflops Research Chip.
11. Концепція мультиклітинних процесорів.
12. Архітектура мультиклітинних процесорів.

13. Принципи подання алгоритмів у вигляді «тріад».
14. Технології прискорення роботи МП.
15. Технологія 3 покоління Ivy Bridge.
16. Архітектура мікропроцесора Altera Nios II.
17. Переваги мікропроцесорів, вбудованих в FPGA.
18. Принципи передавання керування програмам різних рівнів привілеїв.
19. Бібліотечні елементи для периферії процесора.
20. Принцип роботи предикції.
21. Механізм завантаження за припущенням у 64-розрядних мікропроцесорах.
22. Поняття зв'язки в архітектурі IA-64.
23. Принципи тестування за допомогою функціональної надмірності.
24. Структурна схема ADSP21xx та призначення функціональних блоків.
25. Перспективні напрямки розвитку мікроелектронних компонентів обчислювальних систем.

4 Моделювання систем

1. Моделювання випадкових величин. Моделювання системи випадкових величин.
2. Задачі інтелектуального аналізу.
3. Генерування випадкових некорельованих впливів, розподілених за рівномірним або нормальним законом розподілу (рівномірний або нормальний білий шум).
4. Стохастичне моделювання. Потоки подій. Граничні теореми теорії потоків.
5. Методи проєктування імітаційних моделей.
6. Поняття як елемент системи знань. Задача формування понять.
7. Статистичне моделювання. Парна лінійна регресійна модель. Парна нелінійна регресійна модель.
8. Алгоритми. Аналіз алгоритмів. Алгоритмічні стратегії.
9. Випадкові процеси в системах масового обслуговування. Показники ефективності систем масового обслуговування.
10. Імітаційне моделювання. Доцільність використання імітаційного моделювання.
11. Моделі. Властивості та функції моделей.
12. Розроблення концептуальної моделі. Розроблення структурної схеми імітаційної моделі та опису функціонування.
13. Моделювання динамічних дискретних систем. Мережі Петрі.

14. Автомати. Сутність автоматного підходу.
15. Неформальні моделі подання знань. Формальні моделі подання знань.
16. Моделювання машин Поста і Тьюринга. Алгоритмічно розв'язні та нерозв'язні проблеми.
17. Концептуальні засади в галузі застосування штучного інтелекту. Базові поняття штучного інтелекту.
18. Біологічні та соціальні моделі інтелекту.
19. Напрями моделювання штучного інтелекту: побудова моделей на основі психофізіологічних даних; моделювання інтелектуальної діяльності за допомогою обчислювальних машин; нейрокібернетика.
20. Генератори випадкових чисел.
21. Моделі подання знань.
22. Типи знань: декларативні та процедурні, екстенціональні та інтенціональні.
23. Скінченні автомати. Автомати з магазинною пам'яттю. Машини Тьюринга.
24. Логічна модель подання знань. Подання знань у семантичних мережах. Продукційні моделі подання знань.
25. Класифікація задач: розпізнання, прогнозування, діагностика, проєктування, планування дій.

5 Системна інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем

1. Приклади прояву низької якості програмного забезпечення (ПЗ) на системному рівні.
2. Поняття системології, системної інженерії, системотехніки. Фундаментальні поняття системної інженерії та теорії систем.
3. Методика системного аналізу.
4. Системні властивості. Класифікація систем.
5. Зв'язок вимог із тестуванням.
6. Опис, базові структури та етапи аналізу систем.
7. Системна інженерія програмного забезпечення: вступ. Емерджентні властивості ПЗ.
8. Процеси життєвого циклу систем.
9. Розуміння контексту вимог.
10. Основи тестування ПЗ. Рівні тестування.
11. Генерація проєктних рішень на основі вимог.
12. Інженерія вимог. Заглиблення у вимоги.
13. Методи та засоби управління вимогами.

14. Моделювання системної архітектури. Моделювання поведінки системи.
15. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення.
16. Створення продуктів, орієнтованих на користувача.
17. Планування архітектури. Планування управління ризиками.
18. Верифікація і валідація, оцінка якості.
19. Синхронізація мислення членів колективу. Створення спільної платформи розроблення.
20. Розроблення корпоративного програмного забезпечення.
21. Планування проєктування та розроблення інтерфейсу користувача.
22. Креативність та продуктивність як характеристики системного аналітика.
23. Планування та оцінка трудомісткості програмного проєкту.
24. 10 способів стати лідером за допомогою системної інженерії.
25. Концепція сталого розвитку. Задачі для досягнення сталого розвитку.

Література

1. Савенко О.С., Кльоц Ю.П., Лисенко С.М. Системне програмне забезпечення. – Хмельницький: ХНУ, 2016. – 403с.
2. Tanenbaum, A., Bos, H. Modern operating systems. 4th edition // Pearson, 2014. – 1136 p.
3. Love, R. The Linux kernel: a description of the development process. 3th edition // Developer's Library, 2019. – 496 p.
4. Blum, R. Linux command line and shell scripting bible. 2th edition // John Wiley & Sons, 2018. – 784 p.
5. Knittel, B. Windows 7 and vista guide to scripting, automation, and command line tools, 2010. – 840 p.
6. Wirth, N., Gutknecht, J. The design of an operating system and compiler // Pearson, 2015. – 560 p.
7. Billimoria, K. N. Linux Kernel Programming: A comprehensive guide to kernel internals, writing kernel modules, and kernel synchronization. 1st edition // Packt Publishing, 2021. – 754 p.
8. Тітова В.Ю. Проєктування складових архітектури комп'ютерів мовою VHDL – Хмельницький: ФОП Гонта, 2018. — 264 с.
9. Tannenbaum, E. Structured computer organization. 6th edition // Pearson, 2016. – 808 p.
10. Козловський А.В. Комп'ютерна техніка та інформаційні технології: навч. посіб./ А.В. Козловський, Ю.М. Паночишин, Б.В. Погрішук.-К.: Знання, 2014.- 463с.

11. Матвієнко М.П. Архітектура комп'ютера: навч. посіб./ М.П. Матвієнко, В.П. Розен, О.М. Закладний. - К. : Ліра-К, 2013.- 264с.
12. Матвієнко М.П. Пристрої цифрової електроніки: навч. посіб./ М.П. Матвієнко.- Київ: Видавництво Ліра-К, 2015.- 392 с.
13. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка: навч. посіб./ М.П. Матвієнко.- Київ: Ліра-К, 2015. - 288 с.
14. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навч. посіб. / В.Д. Тарарака. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 383 с. // [http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7344/Архітектура комп'ютерних систем.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7344/Архітектура_комп'ютерних_систем.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
15. Чернишенко С.В. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб./ С.В. Чернишенко, М.М. Ясько, В.С. Чернишенко.-Хмельницький: ХНУ, 2013.-111 с.
16. Stallings, W. Computer data transmission systems. 6th edition // Prentice Hall, 2017. – 810 p.
17. Widmer, T. Digital systems. Theory and practice // Pearson, 2017. – 1024 p.
18. Tannenbaum, E. Computer networks. 6th edition // Pearson, 2018. – 960 p.
19. Lucas, M. FreeBSD. Detailed guide // No Starch Press, 2017. – 744 p.
20. Задачин В. М. Моделювання систем : конспект лекцій / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010 – 268 с.
21. Стеценко І. В. Моделювання систем / І. В. Стеценко – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 399 с.
22. Зеленський К.Х. Комп'ютерне моделювання систем / К.Х. Зеленський, Г. В. Кіт, О. Чумаченко. – Університет «Україна», 2014. – 315 с.
23. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
24. Чуйко Г.П., Дворник О.В., Яремчук О.М. Математичне моделювання систем і процесів: Навч. посібник. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2015. -244 с.
25. Говорущенко Т.О. Прикладні аспекти системного аналізу: електронний конспект лекцій - Хмельницький: ХНУ, 2016. – 267 с.
26. Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK) – 2014 – 898 p. // [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://sebokwiki.org/w/downloads/SEBoKv1.3_full.pdf

27. Qi Van Eikema Hommes, Pat Hale, and David Erickson. ESD.33 Systems Engineering, Summer 2010. (Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare) // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ocw.mit.edu>

28. C. Shamieh. System engineering for dummies. NY: Wiley, 2014 - 76 р.

Зразок завдання

1. Поняття системології, системної інженерії, системотехніки. Фундаментальні поняття системної інженерії та теорії систем.
2. Методи проєктування імітаційних моделей.
3. Загальні положення проєктування комп'ютерних систем. Теорія комп'ютерних систем.