Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування головного закладу вищої освіти)

Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж

Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»

(повна назва відокремленого структурного підрозділу)

Циклова комісія *комп'ютерна інженерія*

(назва цикловой/предметної комісії)

"ПОГОДЖЕНО"
Завідувач
Природничого відділення
(підпис) *Володимир КОВДРИШ* (ім'я та прізвище)
"1" 09 20 22 року

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Заступник директора
з навчально-методичної роботи
(підпис) *Микола ДЕРЕВ'ЯНЧУК* (ім'я та прізвище)
"1" 09 20 22 року

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

"Комп'ютерна арифметика"

(вкажіть назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

обов'язкова

(вказати: обов'язкова/вибіркова)

Освітньо-професійна програма

"Комп'ютерна інженерія"

(назва освітньо-професійної програми)

Спеціальність

123 Комп'ютерна інженерія

(код і назва спеціальності)

Галузь знань

12 Інформаційні технології

(код і назва галузі знань)

Освітньо-професійний ступінь

фаховий молодший бакалавр

(назва освітньо-професійного ступеня)

Мова навчання

українська

(вказати: на якій мові читається предмет)

Чернівці, 2022

Програма навчальної дисципліни *"Комп'ютерна арифметика"*

(назва навчальної дисципліни)

складена відповідно до освітньо-професійної програми *"Комп'ютерна інженерія"*

(назва освітньо-професійної програми)

затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 9 від «30» серпня 2022 року) та введеної в дію з 01.09.2022 наказом ректора № 250 від «9» вересня 2022 року.

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені (педагогічні) звання)
викладач першої кваліфікаційної категорії, О.О. Плахов

Профайл викладача https://ce-college.chnu.edu.ua/tsyklova-komisiia/sklad-tsyklovoi-komisii/plakhov-oleksandr-oleksandrovych/

E-mail o.plakhov@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle https://moodle.chnu.edu.ua/enrol/index.php?id=9402

Робоча програма обговорена та узгоджена на засіданні циклової комісії *комп'ютерної інженерії*

Протокол № 11 від "23" 06 2022 року

Голова циклової комісії _____ *Олександр ТАЩУК*

(підпис) (ім'я та прізвище)

Схвалена Методичною радою

Протокол № 5 від "23" 06 2022 року

Голова методичної ради _____ *Ольга БІЛОКРИЛА*

(підпис) (ім'я та прізвище)

ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол № 1 від 28.08, 2023 р. _____ Тащук О.О.

(підпис) (ініціали та прізвище голови ЦК)

Протокол № 1 від 29.08, 2024 р. _____ Тащук О.О.

(підпис) (ініціали та прізвище голови ЦК)

Протокол № 1 від 27.08, 2025 р. _____ Тащук О.О.

(підпис) (ініціали та прізвище голови ЦК)

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Анотація: Навчальна дисципліна знайомить студентів із внутрішньою логікою роботи комп'ютера та принципами виконання математичних операцій на рівні сучасних процесорів. Курс пояснює, як дані (числа, тексти, знаки) перетворюються на двійковий код, як влаштована пам'ять комп'ютера для збереження різних типів даних та за якими алгоритмами процесор виконує додавання, віднімання, множення і ділення. Особлива увага приділяється практичним питанням: точності обчислень, режимам округлення та попередженню помилок під час написання програмного коду чи проектування цифрових пристроїв.

Мета: Метою навчальної дисципліни «Комп’ютерна арифметика» є формування у студентів базових знань про математичні основи обчислювальної техніки та практичних навичок представлення даних, проектування простих арифметичних вузлів і оптимізації обчислень для підвищення їхньої швидкості та точності.

Завдання:

- Надати студентам уявлення про правила переведення чисел між системами числення та двійкове кодування інформації.
- Ознайомити з алгоритмами виконання базових операцій (додавання, віднімання, множення, ділення) на рівні логічних вентилів.
- Навчити аналізувати причини виникнення похибок округлення у програмах (IEEE 754) та уникати переповнення розрядної сітки.
- Розвинути навички розробки, моделювання та тестування базових логічних схем обчислень у програмах-симуляторах (Logisim, Digital).
- Формувати компетентності щодо застосування побітових операцій для оптимізації програмного коду під обмежені ресурси пам'яті.
- Підготувати студентів до практичного використання двійкової арифметики під час адміністрування мереж та розрахунку IP-адрес.

Знати:

- Правила переведення чисел між десятковою, двійковою, вісімковою та шістнадцятковою системами числення.
- Принципи кодування цілих чисел за допомогою прямого, зворотного та доповняльного кодів.
- Архітектуру представлення дробових чисел із рухомою комою за сучасним стандартом IEEE 754.

- Будову базових арифметичних блоків процесора та принципи роботи логічних вентилів (AND, OR, NOT, XOR).

Вміти:

- Кодувати числову інформацію для комп'ютерних систем та вільно оперувати додатними й від'ємними двійковими числами.
- Розробляти й моделювати в програмах-симуляторах прості цифрові схеми (напівсуматори, повні суматори, компаратори).
- Застосовувати побітові зсуви та бітові маски для прискорення математичних розрахунків у програмному коді.
- Використовувати двійкову арифметику для розрахунку масок підмереж, IP-адрес та аналізу шістнадцяткових HEX-дампів.

Перелік предметних компетентностей здобувача вищої освіти:

Загальні:

ЗК.03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК.04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК.05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
ЗК.07. Здатність працювати в команді.
ЗК.08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні:

СК.03. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями, прикладними та спеціалізованими комп'ютерно інтегрованими середовищами для розробки, впровадження та обслуговування апаратних та програмних засобів комп'ютерної інженерії.
СК.04. Здатність брати участь у розробці системного та прикладного програмного забезпечення засобів комп'ютерної інженерії з використанням ефективних алгоритмів, сучасних методів і мов програмування.
СК.06. Здатність брати участь у модернізації апаратних та програмних засобів комп'ютерної інженерії.
СК.08. Здатність здійснювати організацію робочих місць з урахуванням вимог охорони праці, їх технічне оснащення, розміщення комп'ютерного устаткування, використання організаційних, технічних, алгоритмічних та інших методів і засобів захисту інформації.
СК.16. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
СК.17. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

Програмні результати навчання:

РН.03. Знати сучасні методи та технології для розв'язання прикладних задач комп'ютерної інженерії.
РН.07. Застосовувати знання для формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.
РН.10. Здійснювати пошук інформації з різних джерел для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.
РН.18. Системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових та нестандартних рішень при розв'язуванні задач комп'ютерної інженерії.
РН.19. Вміти використовувати методи аналізу та синтезу при розробці апаратних та програмних засобів комп'ютерної інженерії.
РН.20. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди при вирішенні технічних та організаційних задач у професійній діяльності.

2. Опис навчальної дисципліни

2.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	модулів	лекції	семінарські	практичні	лабораторні	самостійна робота	підготовка до екзамену	
Денна	3 (2)	5 (3)	3	90	2	30	-	-	30	30	–	залік

2.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекції	семінарські	практичні	лабораторні	самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1. Системи числення та представлення даних						
Тема 1. Позиційні системи числення та переведення чисел	8	4	-	-	2	2
Тема 2. Кодування цілих чисел (прямий, зворотний, доповняльний коди)	10	4	-	-	4	2
Тема 3. Дробові числа в комп'ютері. Стандарт IEEE 754	10	4	-	-	4	2
Модульна контрольна робота №1	4	-	-	-	-	4
Разом за Модулем 1	**32**	**12**	**-**	**-**	**10**	**10**
Модуль 2. Логічні основи та базова арифметика заліза						
Тема 4. Логічні вентилі (AND, OR, NOT, XOR) та функції	6	2	-	-	2	2
Тема 5. Напівсуматори та повні одномірні суматори	8	2	-	-	4	2
Тема 6. Багаторозрядні суматори та блоки віднімання	10	4	-	-	4	2
Модульна контрольна робота №2	4	-	-	-	-	4
Разом за Модулем 2	**28**	**8**	**-**	**-**	10	**10**
Модуль 3. Складні обчислення та прикладне застосування						
Тема 7. Алгоритми множення та ділення у процесорах	10	4	-	-	4	2
Тема 8. Побітові операції в програмуванні та оптимізація коду	10	4	-	-	4	2
Тема 9. Двійкова арифметика в мережах та HEX-діагностика	6	2	-	-	2	2
Модульна контрольна робота №3	4	-	-	-	-	4
Разом за Модулем 3	**30**	**10**	**-**	**-**	10	**10**
Підготовка до заліку	-	-	-	-	-	-
Усього за дисципліну	**90**	**30**	**-**	**-**	**30**	**30**

3. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	**Модуль 1. Системи числення та представлення даних у комп'ютері** **Лекція 1. Позиційні системи числення та кодування інформації** Поняття системи числення. Позиційні та непозиційні системи. Алфавіт, основа та базис системи. Особливості двійкової, вісімкової та десяткової систем числення. Поняття про біт, байт та машинні слова. **Лекція 2. Шістнадцяткова система та алгоритми взаємного переведення чисел** Шістнадцяткова система числення, її роль в IT. Алгоритми переведення цілих та дробових десяткових чисел в інші системи (метод послідовного ділення та множення). Швидкий перевід між двійковою, вісімковою та шістнадцятковою системами через тріади та тетради. **Лекція 3. Кодування цілих чисел: прямий та зворотний коди** Представлення чисел у розрядній сітці комп'ютера. Числа без знаку та зі знаком. Виділення знакового розряду. Прямий код (Sign-and-Magnitude). Зворотний код (Ones' Complement), його призначення та математичні обмеження. **Лекція 4. Доповняльний код та операції над цілими числами** Доповняльний код (Two's Complement) як основний формат збереження від'ємних чисел. Алгоритм утворення доповняльного коду. Чому комп'ютер замінює віднімання додаванням доповняльного коду. Правила додавання та віднімання в доповняльному коді. **Лекція 5. Дійсні числа: формати з фіксованою та рухомою комою** Проблема представлення дробових чисел. Формат із фіксованою комою, його переваги та недоліки. Концепція рухомої (плаваючої) коми. Компоненти числа з рухомою комою: знак, мантиса, порядок (експонента). Зсув експоненти. **Лекція 6. Міжнародний стандарт IEEE 754 та точність обчислень** Структура стандартів float (32 біти) та double (64 біти) за стандартом IEEE 754. Спеціальні значення: плюс/мінус нескінченність, не-число (NaN). Теорія округлення в комп'ютері. Поняття про переповнення (Overflow) та втрату значущості (Underflow).	12

2.	**Модуль 2. Логічні основи та базова арифметика заліза** **Лекція 7. Математична логіка та базові логічні вентилі** Алгебра логіки (Булева алгебра). Кон'юнкція, диз'юнкція, заперечення. Логічні операції ТА (AND), АБО (OR), НІ (NOT). Операція виключного АБО (XOR) та її арифметичні властивості. Базові логічні вентилі як основа процесора, побудова таблиць істинності. **Лекція 8. Синтез найпростіших обчислювальних схем** Логічний аналіз операції додавання двох однобітових чисел. Поняття про біт суми та біт переносу. Напівсуматор (Half Adder), його схема та обмеження. Повний однорозрядний суматор (Full Adder) з урахуванням вхідного переносу, синтез його логічної структури. **Лекція 9. Побудова багаторозрядних суматорів ЕОМ** Об'єднання одномірних суматорів для обробки багаторозрядних слів. Суматори з послідовним переносом (Ripple Carry Adder), аналіз їхньої швидкодії та затримок сигналу. Поняття про швидкісні суматори з паралельним переносом (Carry Lookahead Adder). **Лекція 10. Апаратна реалізація віднімання та компарації** Модифікація схеми багаторозрядного суматора для виконання операції віднімання. Використання вентилів XOR для керованого інвертування розрядів. Побудова суматора-віднімача. Поняття про цифровий компаратор (схему порівняння чисел).	8
3.	**Модуль 3. Складні обчислення та прикладне застосування арифметики** **Лекція 11. Алгоритми множення у цифрових пристроях** Множення двійкових чисел без знаку методом зсувів та додавання. Особливості множення чисел зі знаком. Модифікований алгоритм Бута (Booth's Algorithm), його сутність, переваги та оптимізація обчислювальних тактів процесора. **Лекція 12. Алгоритми цифрового ділення** Специфіка операції ділення в комп'ютері. Ділення чисел без знаку. Алгоритм ділення з відновленням остачі. Алгоритм ділення без відновлення остачі. Проблема ділення на нуль на апаратному рівні. **Лекція 13. Побітові операції в програмуванні високого рівня** Побітові операції (Bitwise operations) у сучасних мовах програмування (C++, Java, Python, C#). Логічний та арифметичний зсуви вліво та вправо. Вплив зсувів на множення та ділення чисел на степені двійки. Оптимізація швидкодії коду. **Лекція 14. Практика застосування бітових масок** Поняття про бітову маску. Використання побітового "І" для перевірки стану конкретного біта або скидання прапорців. Використання побітового "АБО" для встановлення бітів.	12

	Лекція 15. Двійкова арифметика в мережах та шістнадцяткова діагностика Застосування двійкової арифметики для адресації в комп'ютерних мережах. Побітове множення IP-адреси на маску підмережі (CIDR). Розрахунок адреси мережі та широкомовної адреси. Шістнадцяткові коди в IT: читання HEX-дампів пам'яті, структура кодування кольорів (RGB/HEX).	
Всього		**30**

Контроль виконання завдань, винесених на підготовку до лекційних занять та опрацювання лекційного матеріалу, здійснюється в межах модульного контролю. Однією з опор для опрацювання лекційного матеріалу є конспект лекцій, що ведеться студентами.

Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

4. Теми лабораторних занять

з/п	Коротка характеристика	Кількість годин
1.	Лабораторна робота №1. Переведення чисел між позиційними системами числення	2
2.	Лабораторна робота №2. Кодування цілих чисел у комп'ютері	2
3.	Лабораторна робота №3. Арифметичні операції над цілими двійковими числами	2
4.	Дослідження структури чисел із рухомою комою (стандарт IEEE 754)	4
5.	Лабораторна робота №5. Ознайомлення з симулятором Logisim та моделювання логічних вентилів	2
6.	Лабораторна робота №6. Проектування та тестування схем одномірних суматорів	4
7.	Лабораторна робота №7. Побудова та симуляція схеми багаторозрядного паралельного суматора	4
8.	Лабораторна робота №8. Програмне моделювання алгоритмів двійкового множення	4
9.	Лабораторна робота №9. Практичне застосування побітових операцій та масок у програмуванні	4
10.	Лабораторна робота №10. Розрахунок параметрів комп'ютерної мережі за допомогою двійкової арифметики	2
Всього		**30**

Контроль виконання завдань, винесених на підготовку до лабораторних занять та виконання необхідних розрахунків проводиться в рамках відповідного заняття та наявністю зошитів з практичних робіт студентів.

Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретне заняття.

5. Методи навчання

При вивченні дисципліни передбачене проведення лекцій та лабораторних робіт. Самостійна робота, пов’язана з опрацюванням відповідного теоретичного та практичного матеріалу, може супроводжуватись підготовкою конспектів, розв’язуванням завдань домашніх чи самостійних робіт, підготовкою проєктів.

Викладання дисципліни передбачає поєднання основних традиційних та інноваційних методів навчання з елементами електронного консультування, що передбачає використання сучасних інформаційних технологій, платформ та забезпечує засвоєння програмних результатів навчання.

Для досягнення освітньої мети й прогнозованих результатів навчання у дисципліні «Комп’ютерна арифметика» використовуються такі технології та методи навчання:

1. Пояснювально-ілюстративний метод (виклад теоретичного матеріалу на лекціях, ілюстрація методів розв’язання завдань та прикладів застосування в професійній сфері, показ презентацій).
2. Метод проблемного навчання, що передбачає засвоєння студентами фундаментальних знань з дисципліни та пошуку способів розв'язання поставлених на лекції завдань.
3. Репродуктивний метод, що передбачає безпосереднє застосування набутих базових знань до демонстрації практичних умінь та навичок при розв'язуванні поставлених завдань.
4. Частково-пошуковий метод – організація пошуку об’єктів дослідження, розв'язування запропонованих викладачем завдань.
5. Дослідницький метод, що передбачає пошук розв'язку практичних завдань дисципліни з можливістю консультацій з викладачем.
6. Використання мультимедійних та хмарних технологій при організації комунікації з викладачем чи при онлайн-навчанні, а також використання платформи для електронного навчання Moodle (https://moodle.chnu.edu.ua).
7. Групові та індивідуальні методи роботи на практичних заняттях та при виконанні завдань самостійної роботи, формуванням напрацювань для виконання і захисту практичних завдань.
8. Інтерактивні методи навчання: робота в малих групах та тренінги; методи проєктів, кейс-метод; метод «мозкового штурму»; ділова гра, рольова гра та інші освітні технології;
9. Застосування електронних курсів та ресурсів, а також платформи для електронного навчання Moodle (https://moodle.chnu.edu.ua).

Отримані навички та знання в подальшому будуть використані під час виконання завдань практичного характеру.

6. Система контролю та оцінювання

Методи контролю

Методи та засоби оцінювання та демонстрування результатів навчання даної дисципліни наступні:

– поточні та модульні контрольні роботи з використанням різнорівневих завдань та стандартизованих тестів у системі дистанційного навчання Moodle;

– презентації результатів виконаних завдань;

– розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи та аналітичні звіти щодо виконаних практичних завдань;

– захист творчих робіт (есе, творів-роздумів, проєктів, рефератів, доповідей);

– інші види індивідуальних та групових завдань.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання в дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування).

Контроль самостійної роботи і оцінка її результатів включає:

–самоконтроль і самооцінку студента;

–контроль і оцінку з боку викладача, циклової комісії, державних кваліфікаційних комісій та ін.

Основними формами контролю самостійної роботи є:

–проведення заліку;

–тестування;

–проведення модульних контрольних робіт;

–письмові чи усні опитування студентів;

–захист практичних завдань.

Форми контролю

Даною дисципліною передбачені наступні форми поточного контролю:

– усне опитування (фронтальне, індивідуальне та комбіноване), захист завдань практичного характеру, а також усні відповіді студентів;

– письмове опитування (модульні контрольні, тестування, економічні диктанти і самостійні роботи).

Форма підсумкового контролю – залік.

Академічна доброчесність

Здобувачі фахової передвищої освіти повинні самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю результатів навчання. В разі використання чужих ідей, розробок, тверджень, обов'язковим є посилання на джерела інформації. У разі виявлення викладачем факту порушення академічної доброчесності (плагіат, переписування, списування тощо) студенту виставляється незадовільна оцінка за відповідний вид роботи.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (*аудиторна та самостійна робота*)												Кількість балів	Кількість балів (Залік)	Сумарна к-ть балів
Модуль №1						Модуль № 2								
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	МКР	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	МКР	50	50	100
4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5			

Критерії оцінювання відповідей студентів

Рівень знань	Бали	Критерії оцінювання відповіді
Високий	90 -100 % від максимальної кількості встановлених балів	Відповідь студента: - містить повний, розгорнутий, правильний виклад матеріалу з поставленого питання; - демонструє знання основних понять і категорій та взаємозв'язку між ними, правильне розуміння змісту основних теоретичних положень; - вказує на вміння давати змістовний та логічний аналіз матеріалу з поставленого питання; - містить послідовний та аргументований розв'язок задачі (завдання), правильно зроблені розрахунки до задачі; - здатність робити власні висновки в разі неоднозначності, спірного чи проблемного характеру поставленого питання чи проблеми.
Достатній	70-89 % від максимальної кількості встановлених балів	Студент дав досить змістовну відповідь на поставлене питання, але відповідь містить наступні недоліки: - недостатня повнота, незначні неточності чи прогалини при поясненні того чи іншого аспекту питання; - окремі формулювання є нечіткими, міститься інформація, котра не відноситься до змісту екзаменаційного питання; - алгоритм розв'язку задачі є правильним, однак допущені помилки при розрахунках.
Середній	50-69 % від максимальної кількості встановлених балів	Студент дав відповідь на поставлене питання, однак допустив суттєві помилки як змістовного характеру, так і при відповіді на питання: - зміст відповіді свідчить про прогалини у знаннях з відповідного питання або ж про неправильне розуміння окремих аспектів поставленого питання; - відповідь викладена недостатньо аргументовано та/або з порушенням правил логіки при поданні матеріалу; - порушено алгоритм розв'язку задачі і/або присутні помилки при розрахунках.
Початковий	0-49 % від максимальної кількості встановлених балів	Студент взагалі не відповів на питання, або його відповідь є неправильною, тобто містить грубі змістовні помилки щодо принципових аспектів поставленого питання. Аргументація відсутня взагалі (є безсистемною чи алогічною). Задача розв'язана неправильно.

7. Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів під час проведення підсумкового контролю

В кінці вивчення дисципліни «Комп'ютерна арифметика» студенти згідно із навчальним планом складають іспит. Іспит проводиться в усній або письмовій формах. Завдання на іспиті може бути у вигляді білету, яке включає 2 теоретичні питання, 3 тестових завдань та 1 практичне завдання, або тестування на платформі Moodle. Підсумкова оцінка знань студентів з дисципліни «Комп'ютерна арифметика» здійснюється на основі проведення іспиту, результати якого оцінюються за 50-бальною шкалою.

На оцінювання впливають такі моменти:

- рівень опанування основних проблемних питань відповідно до програми дисципліни та до завдань білетів;
- знання студентом ключових термінів і категорій;
- вміння вирішувати ситуаційні завдання та робити висновок;
- ступінь ознайомлення із основною та додатковою науковою літературою відповідно до програми дисципліни;
- вміння пов'язати теоретичні положення з практикою;
- здатність студента відстоювати власні погляди;
- вміння логічно у відведений час викласти основні положення запропонованих в заліковому завданні питань і зробити відповідні висновки і узагальнення.

50,0-45,0 балів ставиться у випадках, коли студент має систематичні та глибокі знання навчального матеріалу, вміє без помилок виконувати практичні завдання, передбачені програмою дисципліни, засвоїв основу та ознайомився з додатковою літературою, викладає матеріал у логічній послідовності, робить узагальнення і висновки, наводить практичні приклади у контексті тематичного теоретичного матеріалу.

44,9-40,0 балів ставиться, якщо студент повністю засвоїв навчальний матеріал, знає основну літературу, вміє виконувати практичні завдання, викладає матеріал у логічній послідовності, робить певні узагальнення і висновки, але не наводить практичних прикладів у контексті тематичного теоретичного матеріалу або допускається незначних помилок у формулюванні термінів, категорій, розв'язанні практичних завдань.

39,9-35,0 балів ставиться, якщо студент повністю засвоїв навчальний матеріал, знає основну літературу, вміє виконувати практичні завдання, викладає матеріал у логічній послідовності, але не вміє робити певні узагальнення і висновки, не наводить практичних прикладів у контексті тематичного теоретичного матеріалу або допускається незначних помилок у формулюванні термінів, категорій, розв'язанні практичних завдань.

34,9-30,0 балів ставиться у випадках, коли студент засвоїв матеріал не у повному обсязі, дає неповні відповіді на поставлені теоретичне запитання, допустився грубих помилок у розв'язанні практичного завдання.

29,9-25,0 балів ставиться у випадках, коли студент засвоїв матеріал не у повному обсязі, дає неповні відповіді на поставлені теоретичне запитання, не вміє чітко узагальнити опрацьований матеріал, допустився грубих помилок у розв'язанні практичного завдання.

24,9-17,5 балів ставиться студенту, який не засвоїв навчальний матеріал, дає неправильні відповіді на більшість поставлених теоретичних запитань, не неправильно виконує розрахунки та розв'язувати практичні завдання.

17,4-0 балів ставиться студенту, який не засвоїв навчальний матеріал, дає неправильні відповіді на поставлені теоретичні запитання, не вміє виконувати розрахунки та розв'язувати практичні завдання.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни
Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

<table>
<tr><td rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</td><td rowspan="2">Оцінка ЄКТС</td><td colspan="2">Оцінка за національною шкалою</td></tr>
<tr><td>для екзамену, курсового проекту (роботи), практики</td><td>для заліку</td></tr>
<tr><td>90-100</td><td>A</td><td>Відмінно</td><td rowspan="5">зараховано</td></tr>
<tr><td>80-89</td><td>B</td><td rowspan="2">Добре</td></tr>
<tr><td>70-79</td><td>C</td></tr>
<tr><td>60-69</td><td>D</td><td rowspan="2">Задовільно</td></tr>
<tr><td>50-59</td><td>E</td></tr>
<tr><td>35-49</td><td>FX</td><td>незадовільно з можливістю повторного складання</td><td>не зараховано з можливістю повторного складання</td></tr>
<tr><td>0-34</td><td>F</td><td>незадовільно з обов’язковим самостійним повторним вивченням дисципліни</td><td>не зараховано з обов’язковим самостійним повторним вивченням дисципліни</td></tr>
</table>

8. Перелік питань до іспиту

1. Поняття системи числення. Різниця між позиційними та непозиційними системами числення (на прикладах).
2. Основні характеристики позиційної системи числення: алфавіт, основа, базис.
3. Особливості двійкової системи числення та причини її використання в сучасній обчислювальній техніці.
4. Шістнадцяткова система числення: алфавіт та сфера її застосування в IT (HEX-коди, адреси, дампи).
5. Алгоритм переведення цілих чисел із десяткової системи числення в іншу позиційну систему.
6. Алгоритм переведення правильних дробів із десяткової системи числення в інші системи.
7. Швидкі методи взаємного переведення чисел між двійковою, вісімковою та шістнадцятковою системами (через тріади та тетради).
8. Поняття розрядної сітки комп'ютера. Чим відрізняється представлення чисел без знаку від чисел зі знаком?
9. Прямий двійковий код: правила побудови, призначення знакового розряду та його недоліки під час арифметичних операцій.
10. Зворотний двійковий код: алгоритм отримання та його основні математичні обмеження.
11. Доповняльний двійковий код: алгоритм утворення для від'ємних чисел та його головні переваги для архітектури процесора.
12. Формат представлення чисел із фіксованою комою: структура, переваги та сфера використання.
13. Концепція представлення чисел із рухомою (плаваючою) комою. Три базові компоненти числа: знак, мантиса, порядок.
14. Структура міжнародного стандарту IEEE 754 для форматів одинарної точності (float) та подвійної точності (double).
15. Що таке зміщена експонента (зсунутий порядок) у стандарті IEEE 754 і для чого її використовують?
16. Поняття про Булеву алгебру (алгебру логіки) та її роль у проектуванні цифрових пристроїв.
17. Логічна операція Кон’юнкція (ТА, AND): умовне позначення, таблиця істинності, принцип роботи логічного вентиля.
18. Логічна операція Диз’юнкція (АБО, OR): умовне позначення, таблиця істинності, принцип роботи логічного вентиля.
19. Логічна операція Інверсія (НІ, NOT): умовне позначення, таблиця істинності, принцип роботи логічного вентиля.
20. Логічна операція «Виключне АБО» (XOR): таблиця істинності та її унікальні арифметичні властивості.
21. Логічний аналіз операції додавання двох однобітових чисел. Поняття про біт суми та біт переносу.
22. Напівсуматор (Half Adder): логічні вентилі, з яких він складається, схема та таблиця істинності.
23. Повний однорозрядний суматор (Full Adder): логічна структура, врахування вхідного переносу та відмінність від напівсуматора.
24. Побудова багаторозрядних суматорів ЕОМ із послідовним переносом (Ripple Carry Adder), аналіз їхньої швидкодії.
25. Принцип роботи та переваги швидкісних суматорів із паралельним переносом (Carry Lookahead Adder).
26. Як заміна операції віднімання на додавання доповняльного коду дозволяє спростити апаратну частину процесора?

27. Модифікація схеми багаторозрядного суматора для виконання операції віднімання за допомогою вентилів XOR.
28. Поняття про цифровий компаратор: призначення та логіка порівняння двох двійкових чисел.
29. Алгоритм множення двійкових чисел без знаку методом послідовних зсувів та додавання.
30. Модифікований алгоритм Бута для множення чисел зі знаком: сутність та архітектурні переваги.
31. Специфіка операції ділення в комп'ютері: алгоритм ділення з відновленням остачі.
32. Алгоритм двійкового ділення без відновлення остачі: у чому полягає його оптимізація.
33. Що таке побітові операції (Bitwise operations) у програмуванні високого рівня та для чого вони потрібні?
34. Логічні та арифметичні зсуви бітів вліво (<<) та вправо (>>): правила виконання та вплив на знак числа.
35. Як за допомогою побітових зсувів реалізувати миттєве множення та ділення чисел на степені двійки?
36. Поняття про бітову маску. Як за допомогою побітового "І" (AND) перевірити стан конкретного біта?
37. Як за допомогою бітових масок реалізувати встановлення, скидання або інвертування окремого біта в байті?
38. Застосування двійкової арифметики в комп'ютерних мережах: як побітово розраховується адреса мережі на основі IP-адреси та маски?
39. Розрахунок широкомовної адреси (Broadcast) та діапазону доступних хостів за допомогою масок підмереж (CIDR).
40. Виняткові ситуації в комп'ютерній арифметиці: причини появи та наслідки помилок переповнення розрядної сітки (Overflow), втрати значущості (Underflow) та значень NaN.

9. Рекомендована література

1. **Гімчинська С. Ю.** Комп’ютерна арифметика : навчальний посібник / С. Ю. Гімчинська. – Чернівці : Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича, 2022. – 124 с. *(Профільне видання з алгоритмів кодування та форматів числення)*.
2. **Матвієнко М. П., Закладний О. М., Розен В. П.** Архітектура комп’ютера : навчальний посібник / М. П. Матвієнко та ін. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2024. – 264 с. *(Містить доступні для студентів коледжів розділи про двійкове кодування даних)*.
3. **Пасічник В. В., Лупенко С. А., Тиш Є. В.** Комп’ютерна логіка. – Львів : Видавництво «Магнолія – 2006», 2021. – 354 с. *(Описує логічні вентилі, побудову цифрових суматорів та АЛП)*.
4. **Ковальчук М. Л., Ушенко Ю. О., Угрин Д. І.** Архітектура комп'ютерів : навчальний посібник / М. Л. Ковальчук та ін. – Чернівці : ЧНУ ім. Ю. Федьковича, 2022. – 188 с. *(Пояснює принципи внутрішньої обробки інформації в процесорах)*.
5. **Жуков І. А., Корочкін О. В., Синєглазов В. М.** Комп'ютерна логіка. Частина 2. Комп'ютерна арифметика : навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 140 с. *(Сучасне лаконічне видання, повністю присвячене форматам IEEE 754 та методам апаратної оптимізації)*.
6. **Чегренець В. М., Руденко Н. В.** Комп'ютер та комп'ютерна арифметика : навчальний посібник / В. М. Чегренець. – Київ : ДУІКТ, 2016. – 142 с. *(Охоплює базові розділи комп'ютерної логіки та виконання операцій над числами)*.
7. **Заковоротний О. Ю., Орлова Т. О., Гриньов Д. В.** Комп'ютерна математика : навчальний посібник / О. Ю. Заковоротний та ін. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – 375 с. *(Розглядає математичну логіку та дискретні обчислення, що є базою для арифметики)*.
8. **Рябенький В. М., Жуйков В. Я., Гулий В. Д.** Цифрова схемотехніка : навчальний посібник. – Львів : Новий Світ-2000, 2020. – 736 S. *(Посібник для практичного проектування суматорів, тригерів та логічних вузлів)*.
9. **Азаров О. С., Черняк О. І.** Комп'ютерна арифметика та цифрова логіка : практикум. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 96 с. *(Збірник практичних вправ для закріплення навичок роботи з доповняльними кодами)*.
10. **Євсеєв С. П., Дженюк Н. В.** Комп’ютерні мережі. Книга 2: Архітектура комп’ютерів : навчальний посібник. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2021. – 312 с. *(Посібник корисний для тем, що поєднують двійкову арифметику та розрахунок параметрів комп'ютерних мереж)*.
11. **Кулик А. С., Борисенко О. А.** Основи цифрової схемотехніки. Практикум : навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 112 с. *(Збірник прикладних вправ із розрахунку логічних функцій, проектування суматорів, компараторів та тригерів)*.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. **Офіційний сайт Logisim** — безкоштовне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом для графічного моделювання цифрових логічних схем процесора.
   URL: https://cburch.com
2. **Веб-версія інтерактивного симулятора Logisim.app** — сучасний хмарний інструмент, який дозволяє студентам збирати та тестувати логічні схеми суматорів безпосередньо у вікні браузера.
   URL: https://logisim.app
3. **CircuitVerse Simulator** — освітня онлайн-платформа для побудови цифрової логіки, де студенти можуть створювати АЛП та ділитися своїми проектами з викладачем.
   URL: https://circuitverse.org
4. **Візуальний симулятор IEEE-754 (Float Converter)** — інтерактивний онлайн-конвертер для покрокового вивчення структури знаку, мантиси та зміщеної експоненти дійсних чисел.
   URL: https://h-schmidt.net
5. **Категорія «Комп'ютерна арифметика» на Вікіпедії** — головний україномовний енциклопедичний розділ, що містить статті про двійкові коди, зсуви та архітектуру збереження чисел.
   URL: https://wikipedia.org
6. **Розділ «Computer arithmetic» на Wikipedia** — детальна англомовна енциклопедична стаття, яка комплексно описує всі напрямки дисципліни: від модульної арифметики до алгоритмів ALU.
   URL: https://wikipedia.org
7. **GeeksforGeeks: Computer Organization and Architecture** — популярна міжнародна база технічних туторіалів та практичних прикладів з комп'ютерної арифметики для IT-спеціалістів.
   URL: https://geeksforgeeks.org
8. **Calculator Semestr: Інформатика** — покроковий онлайн-калькулятор, що демонструє детальний алгоритм переведення десяткових дробів у 32-бітний двійковий стандарт IEEE 754.
   URL: https://semestr.ru
9. **RapidTables: Binary Arithmetic Calculator** — онлайн-калькулятор двійкової арифметики (додавання, віднімання, множення, ділення) для швидкого самоконтролю результатів домашніх завдань.
   URL: https://rapidtables.com
10. **Binary Hex Converter** — надійний онлайн-сервіс для миттєвого переведення великих масивів чисел між двійковою, десятковою та шістнадцятковою системами числення.
    URL: https://binaryhexconverter.com