МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет МАТЕМАТИЧНИЙ

КАФЕДРА КОМП’ЮТЕРНИХ НАУК

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан математичного факультету

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. І. Гоменюк

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 р.

**АРХІТЕКТУРА КОМП’ЮТЕРА**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврів

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»

освітньо-професійної програми «Програмна інженерія»

**Укладач:** Мильцев О.М., к.ф.-м.н., доцент кафедри програмної інженерії

|  |  |
| --- | --- |
| Обговорено та ухваленона засіданні кафедри програмної інженеріїПротокол № 1 від «01» вересня 2022 р.Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А. О. Лісняк | Ухвалено науково-методичною радою математичного факультету Протокол № 1 від «01» вересня 2022 р.Голова науково-методичної ради факультету \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О. С. Пшенична |

|  |  |
| --- | --- |
| Погоджено з навчально-методичним відділом\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О. В. Лещинська |  |

2022 рік

# Опис навчальної дисципліни

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** |
| **Галузь знань, спеціальність,** **освітня програмарівень вищої освіти**  | **Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі**  | **Характеристика навчальної дисципліни** |
| очна (денна) форма здобуття освіти | заочна (дистанційна) форма здобуття освіти |
| **Галузь знань**12 Інформаційні технології | Кількість кредитів – 6 | **Обов’язкова** |
| **Цикл професійної підготовки спеціальності** |
| **Спеціальність**121 Інженерія програмного забезпечення | Загальна кількість годин – 180 | **Семестр:** |
| 2-й | 2-й |
| Змістових модулів – 10 | **Лекції** |
| **Освітньо-професійна програма**Програмна інженерія | 32 год. | 8 год. |
| **Лабораторні**  |
| 48 год. | 10 год. |
| **Рівень вищої освіти:** бакалаврський | Кількість поточних контрольних заходів – 22 | **Самостійна робота** |
| 100 год. | 162 год. |
| **Вид підсумкового семестрового контролю**: іспит |

# Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою вивчення** навчальної дисципліни «Архітектура комп’ютера» є вивчення інформаційних, арифметичних, логічних та алгоритмічних основ комп’ютерів і набуття вмінь використовувати їх на практиці.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Архітектура комп’ютера» є оволодіння основними принципами та фундаментальними концепціями функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інформаційних систем та технологій.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Архітектура комп’ютера» є:

* засвоєння інформаційних основ комп’ютерів;
* засвоєння арифметичних основ комп’ютерів;
* засвоєння логічних основ комп’ютерів;
* засвоєння алгоритмічних основ комп’ютерів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

| **Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності** | **Методи і контрольні заходи, що забезпечують досягнення результатів навчання та компетентностей** |
| --- | --- |
| **Результати навчання** |
| Аргументувати вибір програмних та технічних засобів для створення інформаційних систем та технологій на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та тестування програмних і технічних засобів інформаційних систем та технологій | Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).Самостійно-пошукові методи (індивідуальна робота, лабораторна робота) |
| Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій | Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).Самостійно-пошукові методи (індивідуальна робота, лабораторна робота) |
| **Компетентності** |
| Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій | Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).Самостійно-пошукові методи (індивідуальна робота, лабораторна робота) |
| Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях | Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).Самостійно-пошукові методи (індивідуальна робота, лабораторна робота) |
| Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності | Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).Самостійно-пошукові методи (індивідуальна робота, лабораторна робота) |
| Здатність вибору, проєктування, розгортання, інтегрування, управління, адміністрування та супроводжування інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації | Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).Самостійно-пошукові методи (індивідуальна робота, лабораторна робота) |

**Міждисциплінарні зв’язки**. Вивченню дисципліни «Архітектура комп’ютера» передує дисципліна «Дискретна математика». Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні для вивчення дисциплін «Організація комп’ютерних мереж», «Операційні системи».

# Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** Інформаційні основи комп’ютерів.

Поняття й властивості інформації. Аналогові й дискретні сигнали. Дискретизація інформації. Найпростіші еквівалентні перетворення.

**Змістовий модуль 2.** Арифметичні основи комп’ютерів. Системи числення.

Загальні відомості про системи числення. Системи числення, застосовувані в комп’ютерах. Переклад чисел з однієї позиційної системи числення в іншу. Переклад цілих чисел. Переклад правильних дробів. Переклад змішаних дробів. Переклад чисел між системами з основою ступеня 2.

**Змістовий модуль 3.** Арифметичні основи комп’ютерів. Подання даних в комп’ютерах.

Основні визначення. Подання двійкових чисел. Подання чисел у машинах з фіксованою комою. Подання чисел у машинах із плаваючою комою. Подання символьних даних. Подання часу. Кількість інформації і обсяг інформації.

**Змістовий модуль 4.** Арифметичні основи комп’ютерів. Кодування двійкових чисел, що використовується в комп’ютерах. Поняття розрядної сітки.

Арифметичні операції над двійковими числами. Прямий код двійкового числа. Зворотній код двійкового числа. Додатковий код двійкового числа

**Змістовий модуль 5.** Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій додавання над двійковими числами з фіксованою комою. Представлення двійкових чисел у зворотному та додатковому кодах.

Алгоритм представлення двійкових чисел у зворотному коді. Алгоритм представлення двійкових чисел у додатковому коді. Поняття переповнення розрядної сітки. Способи відстеження переповнення розрядної сітки. Приклади.

**Змістовий модуль 6.** Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій додавання над двійковими числами з фіксованою комою. Додавання (віднімання) двійкових чисел у зворотному коді.

Додавання двійкових чисел у зворотному коді. Контроль переповнення розрядної сітки при додаванні чисел у зворотному коді. Приклади.

**Змістовий модуль 7.** Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій множення над двійковими числами з фіксованою комою. Додавання (віднімання) двійкових чисел в додатковому коді.

Додавання двійкових чисел у додатковому коді. Контроль переповнення розрядної сітки при додаванні чисел у простому і модифікованому додатковому кодах. Приклади.

**Змістовий модуль 8.** Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій ділення над двійковими числами з фіксованою комою. Множення двійкових чисел.

Алгоритми множення двійкових чисел. Машинний алгоритм множення двійкових чисел. Приклади.

**Змістовий модуль 9.** Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій ділення над двійковими числами з фіксованою комою. Ділення двійкових чисел.

Алгоритми ділення двійкових чисел. Машинний алгоритм ділення двійкових чисел. Приклади.

**Змістовий модуль 10.** Логічні основи комп’ютерів. Елементарні логічні функції та комбінаційна схема. Форми подання та мінімізація функцій алгебри логіки. Алгоритмічі основи комп’ютерів.

Основні поняття алгебри логіки. Елементарні логічні функції та логічні елементи. Поняття про комбінаційну схему і цифровий автомат. Закони і тотожності алгебри логіки. Форми подання функцій алгебри логіки. Функціональна повнота системи функцій алгебри логіки. Мінімізація функцій алгебри логіки. Поняття алгоритму і його властивості. Способи опису алгоритмів. Складність алгоритму. Часова і просторова складність. Асимптотична складність. Класи складності. Машина Тюрінга.

# Структура навчальної дисципліни

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Зміст. модуль** | **Усього годин** | **Аудиторні (контактні) години** | **Самостійна робота, год** | **Система накопичення балів** |
| **Усього годин** | **Лекційні заняття, год.** | **Лабораторні заняття, год.** | о/д ф. | з/дистф. | Теор.завд.,к-ть балів | Лабор.завд.,к-ть балів | Усього балів |
| о/д ф. | з/дист. ф. | о/д ф. | з/дист. ф. | о/д ф. | з/дистф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| 1 | 15 | 5 | 1 | 2 | 0,5 | 3 | 0,5 | 10 | 16 | 1 | 4 | 5 |
| 2 | 20 | 10 | 2 | 4 | 1 | 6 | 1 | 10 | 16 | 2 | 8 | 10 |
| 3 | 15 | 5 | 1 | 2 | 0,5 | 3 | 0,5 | 10 | 16 | 1 | 4 | 5 |
| 4 | 15 | 5 | 1,5 | 2 | 0,5 | 3 | 1 | 10 | 16 | 1 | 4 | 5 |
| 5 | 15 | 5 | 1,5 | 2 | 0,5 | 3 | 1 | 10 | 16 | 1 | 4 | 5 |
| 6 | 20 | 10 | 2 | 4 | 1 | 6 | 1 | 10 | 16 | 1 | 5 | 6 |
| 7 | 20 | 10 | 2 | 4 | 1 | 6 | 1 | 10 | 16 | 1 | 5 | 6 |
| 8 | 20 | 10 | 2,5 | 4 | 1 | 6 | 1,5 | 10 | 16 | 1 | 5 | 6 |
| 9 | 20 | 10 | 2,5 | 4 | 1 | 6 | 1,5 | 10 | 16 | 1 | 5 | 6 |
| 10 | 20 | 10 | 2 | 4 | 1 | 6 | 1 | 10 | 18 | 1 | 5 | 6 |
| Усього за змістові модулі | **180** | **80** | **18** | **32** | **8** | **48** | **10** | **100** | **162** | **11** | **49** | **60** |
| Підсумковий семестровий контроль**іспит** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **32** | **8** | **40** |
| Загалом | **180** | **80** | **18** | **32** | **8** | **48** | **10** | **100** | **162** | **43** | **57** | **100** |

# Теми лекційних занять

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ змістового модуля** | **Назва теми** | **Кількість годин** |
| **Денна форма** | **Заочна форма** |
| 1 | Інформаційні основи комп’ютерів | 2 | 0,5 |
| 2 | Арифметичні основи комп’ютерів. Системи числення | 4 | 1 |
| 3 | Арифметичні основи комп’ютерів. Подання даних в комп’ютерах | 2 | 0,5 |
| 4 | Арифметичні основи комп’ютерів. Кодування двійкових чисел, що використовується в комп’ютерах | 2 | 0,5 |
| 5 | Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій додавання над двійковими числами з фіксованою комою. Представлення двійкових чисел у зворотному та додатковому кодах | 2 | 0,5 |
| 6 | Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій додавання над двійковими числами з фіксованою комою. Додавання (віднімання) двійкових чисел у зворотному коді | 4 | 1 |
| 7 | Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій множення над двійковими числами з фіксованою комою. Додавання (віднімання) двійкових чисел в додатковому коді | 4 | 1 |
| 8 | Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій ділення над двійковими числами з фіксованою комою. Множення двійкових чисел | 4 | 1 |
| 9 | Арифметичні основи комп’ютерів. Виконання арифметичних операцій ділення над двійковими числами з фіксованою комою. Ділення двійкових чисел | 4 | 1 |
| 10 | Логічні основи комп’ютерів. Елементарні логічні функції та комбінаційна схема. Форми подання та мінімізація функцій алгебри логіки. Алгоритмічні основи комп’ютерів. | 4 | 1 |
|  | **Разом** | **32** | **8** |

# Теми лабораторних занять

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ змістового модуля** | **Назва теми** | **Кількість годин** |
| **Денна форма** | **Заочна форма** |
| 1 | Перевірка слова на належність до алфавіту | 3 | 0,5 |
| 2 | Переклад цілих невід'ємних чисел з десяткової системи числення в двійкову систему числення | 3 | 0,5 |
| Переклад цілих невід'ємних чисел з двійкової системи числення в десяткову систему числення | 3 | 0,5 |
| 3 | Переклад цілих невід'ємних чисел з системи числення M в систему числення N, де 2<=M,N<=16 | 3 | 0,5 |
| 4 | Переклад дійсних невід'ємних чисел з системи числення M в систему числення N, де 2<=M,N<=16 | 3 | 1 |
| 5 | Представлення двійкових чисел у зворотному та додатковому кодах | 3 | 1 |
| 6 | Додавання (віднімання) двійкових чисел у зворотному коді | 6 | 1 |
| 7 | Додавання (віднімання) двійкових чисел в додатковому коді | 6 | 1 |
| 8 | Множення двійкових чисел | 6 | 1,5 |
| 9 | Ділення двійкових чисел | 6 | 1,5 |
| 10 | Побудова досконалої диз’юнктивної нормальної форми (ДДНФ) та досконалої кон’юнктивної нормальної форми (ДКНФ) для логічних функцій n-змінних за таблицею істинності | 6 | 1 |
|  | **Разом** | **48** | **10** |

# Види і зміст поточних контрольних заходів

| **№ змістового модуля** | **Вид поточного контрольного заходу** | **Зміст поточного контрольного заходу** | **Критерії оцінювання** | **Усього балів** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Лабораторна робота №1 | Завдання: перевірка слова на належність до алфавіту | Повне виконання завдання оцінюється в 4 балів, за наявності помилок у 2 бали | **4** |
| Опитування | Орієнтовні питання: поняття й властивості інформації, аналогові й дискретні сигнали, дискретизація інформації, найпростіші еквівалентні перетворення | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| 2 | Лабораторна робота №2 | Завдання: Переклад цілих невід'ємних чисел з десяткової системи числення в двійкову систему числення | Повне виконання завдання оцінюється в 4 балів, за наявності помилок у 2 бали | **4** |
| Опитування | Орієнтовні питання: загальні відомості про системи числення, системи числення, застосовувані в комп’ютерах, переклад чисел з однієї позиційної системи числення в іншу | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| Лабораторна робота №3 | Завдання: Переклад цілих невід'ємних чисел з двійкової системи числення в десяткову систему числення | Повне виконання завдання оцінюється в 4 балів, за наявності помилок у 2 бали | **4** |
| Опитування | Орієнтовні питання: загальні відомості про системи числення, системи числення, застосовувані в комп’ютерах, переклад чисел з однієї позиційної системи числення в іншу | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| 3 | Лабораторна робота №4 | Завдання: Переклад цілих невід'ємних чисел з системи числення M в систему числення N, де 2<=M,N<=16 | Повне виконання завдання оцінюється в 4 балів, за наявності помилок у 2 бали | **4** |
| Опитування | Орієнтовні питання: загальні відомості про системи числення, системи числення, застосовувані в комп’ютерах, переклад чисел з однієї позиційної системи числення в іншу, переклад цілих чисел | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| 4 | Лабораторна робота №5 | Завдання: Переклад дійсних невід'ємних чисел з системи числення M в систему числення N, де 2<=M,N<=16 | Повне виконання завдання оцінюється в 4 балів, за наявності помилок у 2 бали | **4** |
| Опитування | Орієнтовні питання: загальні відомості про системи числення, системи числення, застосовувані в комп’ютерах, переклад чисел з однієї позиційної системи числення в іншу, переклад правильних дробів, переклад змішаних дробів | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| 5 | Лабораторна робота №6 | Завдання: Представлення двійкових чисел у зворотному та додатковому кодах | Повне виконання завдання оцінюється в 4 балів, за наявності помилок у 2 бали | **4** |
| Опитування | Орієнтовні питання: подання даних в комп’ютерах, основні визначення, подання двійкових чисел, подання чисел у машинах з фіксованою комою, подання чисел у машинах із плаваючою комою, подання символьних даних, подання часу, кількість інформації і обсяг інформації, кодування двійкових чисел використовуване в комп’ютерах | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| **Усього за розділ 1** | **30** |
| 6 | Лабораторна робота №7 | Завдання: Додавання (віднімання) двійкових чисел у зворотному коді | Повне виконання завдання оцінюється в 5 балів, за наявності помилок у 3 бали | **5** |
| Опитування | Орієнтовні питання: кодування двійкових чисел у зворотному коді, виконання арифметичних операцій над двійковими числами з фіксованою комою в зворотному коді, контроль переповнення розрядної сітки | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 1 бал | **1** |
| 7 | Лабораторна робота №8 | Завдання: Додавання (віднімання) двійкових чисел в додатковому коді | Повне виконання завдання оцінюється в 5 балів, за наявності помилок у 3 бали | **5** |
| Опитування | Орієнтовні питання: кодування двійкових чисел у зворотному коді, виконання арифметичних операцій над двійковими числами з фіксованою комою в додатковому коді, контроль переповнення розрядної сітки | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| 8 | Лабораторна робота №9 | Завдання: Множення двійкових чисел | Повне виконання завдання оцінюється в 5 балів, за наявності помилок у 3 бали | **5** |
| Опитування | Орієнтовні питання: правила виконання арифметичних операцій ділення над двійковими числами з фіксованою комою, правила множення двійкових чисел | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| 9 | Лабораторна робота №10 | Завдання: Ділення двійкових чисел | Повне виконання завдання оцінюється в 5 балів, за наявності помилок у 3 бали | **5** |
| Опитування | Орієнтовні питання: правила виконання арифметичних операцій ділення над двійковими числами з фіксованою комою, правила ділення двійкових чисел | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| 10 | Лабораторна робота №11 | Завдання: Побудова досконалої диз’юнктивної нормальної форми (ДДНФ) та досконалої кон’юнктивної нормальної форми (ДКНФ) для логічних функцій n-змінних за таблицею істинності | Повне виконання завдання оцінюється в 5 балів, за наявності помилок у 3 бали | **5** |
| Опитування | Орієнтовні питання: основні поняття алгебри логіки, елементарні логічні функції та логічні елементи, поняття про комбінаційну схему і цифровий автомат, закони і тотожності алгебри логіки, форми подання функцій алгебри логіки, функціональна повнота системи функцій алгебри логіки, мінімізація функцій алгебри логіки методами еквівалентних перетворень та карти Карно | Правильні відповіді – 1 бали; неповні відповіді − 0 бал | **1** |
| **Усього за розділ 2** | **30** |
| **Усього** | **60** |

Теоретичні відомості та варіанти до лабораторних робіт розміщуються на платформі Moodle за посиланням: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=15>

До кожної лабораторної роботи потрібно скласти звіт про її виконання, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. Файли вихідного коду або проекту, що реалізує завдання роботи, додаються до звіту окремим файлом.

Захист лабораторної роботи є обов’язковим і потребує пояснення всіх етапів виконання завдання. .

Оцінювання звіту про виконання лабораторної роботи і усного теоретичного опитування при захисті цього завдання здійснюється за формулою

*s = m \* v / 100*, (1)

де *s* – підсумковий бал за вид контролю, *m* – максимальний бал за вид контролю, *v* - відсоток виконання.

Критерії визначення *v* (%):

• 90-100%: контрольний захід здійснено без помилок; це відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним основної і додаткової літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;

• 60-89%: контрольний захід здійснено без суттєвих помилок; відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок;

• 0-59%: більше 30% контрольний захід здійснено невірно; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

# Підсумковий семестровий контроль

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Форма** | **Види підсумкових контрольних заходів** | **Зміст підсумкового контрольного заходу** | **Критерії оцінювання** | **Усього балів** |
| **Іспит** | Екзаменаційний тест | Підсумковий тест на платформі Moodle Тест складається з 20 завдань: 16 теоретичних (тестові питання з вибором правильної відповіді з декількох можливих), 4 практичних (розв’язання задач з вибором правильної відповіді з декількох можливих) | Кожне теоретичне завдання оцінюється в 2 бал, практичні завдання: 2 бали | **40** |

# Рекомендована література

**ОСНОВНА**

1. Чопоров С. В., Чопорова О. В., Мильцев О. М. Архітектура комп’ютера: рівень асемблера : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» освітньо-професійної програми «Програмна інженерія». Запоріжжя : ЗНУ, 2022. 72 с.
2. Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. Архітектура комп’ютера. Навчальний посібник, 2017. 264c.
3. Роберт Мартін Чистий код, 2019. 368с.
4. Ірина Бородкіна, Георгій Бородкин Інженерія програмного забезпечення. Посібник для студентів вищих навчальних закладів, 2018. 230с.
5. Ronald J. Leach Introduction to Software Engineering, 2020. 426p.