

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва навчально-наукового інституту / факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

О. В. Ангельський

_____ 2022 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

ОК21 Системне програмування

(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійні програми Комп'ютерна інженерія,

Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем

та засобів Інтернету речей

(назва програми)

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(вказати: код, назва)

Галузь знань 12 Інформаційні технології

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва факультету/ навчально-наукового інституту,
на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

Чернівці 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни

ОК21 Системне програмування

(назва навчальної дисципліни)

складена відповідно до освітньо-професійних програм Комп'ютерна інженерія, Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей, 123 Комп'ютерна інженерія,

(назва освітньо-професійної програми, код та назва спеціальності)

12 Інформаційні технології, 30 травня 2022 р.

(галузь знань: шифр та назва; дата останнього затвердження)

Розробники: Воробець Олександр Іванович, доцент кафедри КСМ,

канд. фіз.-мат. наук, доцент

(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та мереж

Протокол № 1 від “29” серпня 2022 року

Завідувач кафедри



(Воробець Г.І.)

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1 від “31” серпня 2022 року

Голова методичної ради навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук



(Струк Я. М.)

(прізвище та ініціали)

Чернівецький національний університет, 2022 рік

Чернівецький національний університет, 2023 рік

1. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування необхідного рівня теоретичної та практичної підготовки студентів для грамотного використання ними знань пов'язаних з теорією, принципами та методами організації і створення системного програмного забезпечення, при освоєнні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності.

2. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни студент повинен набути наступних знань, умінь і компетентностей.

2.1. Знати: основні терміни та визначення системного програмування; програмну модель та систему команд мікропроцесора; структуру програми та способи обчислення арифметичних і логічних операцій для цілих чисел, чисел з фіксованою та плаваючою крапками на мові асемблера; особливості описання мовою асемблера складних типів даних (масивів, структур, об'єднань і записів), типових алгоритмічних структур (розгалуження, цикли, підпрограми), а також принципи роботи з макрозасобами мови; принципи модульного програмування та способи організації зв'язку асемблера з мовами високого рівня; способи організації переривань; основи програмування мовою асемблера з використанням функцій Win32/64 API; основні принципи програмування апаратних засобів комп'ютерної системи та пристроїв введення/виведення на мові асемблера; основи програмування драйверів для операційних систем Windows;

2.2. Вміти: самостійно писати програми на мові асемблера, використовуючи, при необхідності, складні типи даних, макрозасоби, статичні та динамічні бібліотеки; створювати багатомодульні програми та організовувати міжмодульні взаємодії і взаємодії з бібліотеками середовища програмування; використовувати стандартні переривання при написанні програм на мові асемблера та перехоплювати і обробляти виключні ситуації; використовувати функції Win32/64 API операційної системи в програмах на мові асемблера; організовувати низькорівневе та високорівневе введення/виведення даних комп'ютерної системи; програмувати апаратні засоби комп'ютерної системи та розробляти для них елементарні драйвери для операційної системи Windows; застосовувати набуті знання в професійній діяльності при розробці апаратних і програмних засобів комп'ютерних систем та мереж.

2.3. Набути компетентностей:

ЗК - загальних

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК – фахових

- ФК2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- ФК3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

ФК11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.

ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.¹

ФК16. Здатність застосовувати технології комп'ютерних систем і мереж, дискретної обробки інформації та числових методів для реалізації інформаційно-вимірjuвальних систем і систем передачі даних.²

ФК16.* Здатність вирішувати спеціалізовані, проблемно-орієнтовані задачі апаратно-програмними засобами мобільних, вбудованих і розподілених комп'ютерних засобів і систем для реалізації проектів технологій Інтернету речей та кіберфізичних систем.³

ПРН - програмних результатів навчання

ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

ПРН10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.

ПРН11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

ПРН16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.⁴

ПРН16.* Вміти оцінювати результати обробки даних в інформаційно-вимірjuвальних системах і проводити пошук оптимальних рішень для їх покращення на основі застосування технології дискретної обробки інформаційних сигналів у комп'ютерній інженерії.⁵

ПРН16.** Вміти якісно і ефективно приймати рішення при застосуванні засобів Інтернету речей та кіберфізичних систем.⁶

Примітки:

¹ фахові компетентності з переліку ФК1-ФК15 визначені державним Стандартом вищої освіти України для спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти від 19.11.2018 р.

² додаткова фахова компетентність для ОП Комп'ютерна інженерія

³ додаткова фахова компетентність для ОП Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей

⁴ програмні результати навчання з переліку ФК1-ФК15 визначені державним Стандартом вищої освіти України для спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти від 19.11.2018 р.

⁵ додаткові програмні результати навчання для ОП Комп'ютерна інженерія

⁶ додаткові програмні результати навчання для ОП Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <i>OK21 Системне програмування</i>											
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
					аудиторних				самостійної роботи		
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання (курсний проєкт)	
Денна	3	5	3	90	15	-	-	15	60	-	залік
Заочна*	3	5	3	90	4	-	-	4	82	-	залік
Денна	3	6	3	90	30	-	-	30	30	-	екзамен
Заочна*	3	6	3	90	6	-	-	6	78	-	екзамен

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи за рік становить: для денної форми навчання – $1,0 \left(\frac{15+30+15+30}{60+30} \right)$;
для заочної форми навчання – $0,12 \left(\frac{4+6+4+6}{82+78} \right)$.

3.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма*						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі						
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.			
5 семестр														
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. Основи програмування мовою асемблера													
Тема 1. Архітектура і програмна модель персонального комп.	2	1	-	-	-	1	4,2	0,2	-	-	-	-	4	
Тема 2. Створення і структура програми на асемблері	2	1	-	-	-	1	4,2	0,2	-	-	-	-	4	
Тема 3. Система команд мікропроцесора. Команди обміну даними	4	1	-	2	-	1	4,7	0,2	-	0,5	-	-	4	
Тема 4. Арифметичні та логічні команди. Команди зсуву	5	1	-	2	-	2	4,7	0,2	-	0,5	-	-	4	
Тема 5. Команди передачі керування	5	1	-	2	-	2	4,7	0,2	-	0,5	-	-	4	
Тема 6. Складні структури даних (масиви, рядки, структури, об'єднання, записи)	6	1	-	2	-	3	4,2	0,2	-	-	-	-	4	
Тема 7. Макрозасоби мови асемблера	3	1	-	-	-	2	4,2	0,2	-	-	-	-	4	
Тема 8. Модульне програмування. Зв'язок асемблера з мовами високого рівня	4	1	-	-	-	3	4,2	0,2	-	-	-	-	4	

Тема 9. Архітектура і програмування мовою асемблера математичного співпроцесора	3	1	-	-	-	2	4,2	0,2	-	-	-	4
Тема 10. Переривання. Реальний та захищений режими роботи МП. Обробка переривань в реальному та захищеному режимах роботи мікропроцесора	6	1	-	2	-	3	4,7	0,2	-	0,5	-	4
Разом за змістовим модулем 1	40	10	-	10	-	20	44	2	-	2	-	40
Змістовий модуль 2. Програм. мовою асемблера з використанням Win32/64 API												
Тема 11. Створення Windows-додатків на асемблері. Функції Win32 API та GUI (GDI)	12	1	-	3	-	8	9,5	0,5	-	1	-	8
Тема 12. Організація введення/виведення та програмування в Win32. Файли та динамічні бібліотеки	11	1	-	2	-	8	10,5	0,5	-	1	-	9
Тема 13. 64-розрядний режим процесора (IA-32e, long mode). Програмування в Win64	9	1	-	-	-	8	9	-	-	-	-	9
Тема 14. Багато-процесорні системи	9	1	-	-	-	8	8,5	0,5	-	-	-	8
Тема 15. Загальні відомості про розширення: MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSE4, AVX	9	1	-	-	-	8	8,5	0,5	-	-	-	8
Разом за змістовим модулем 2	50	5	-	5	-	40	46	2	-	2	-	42
Усього годин в 5 семестрі	90	15	-	15	-	60	90	4	-	4	-	82
6 семестр												
Змістовий модуль 3. Програмування апаратних засобів комп'ютерних систем												
Тема 16. Основи програмування драйверів для Windows	18	4	-	10	-	4	12,5	0,5	-	2	-	10
Тема 17. Системне програмування клавіатури та комп'ютерної миші	18	4	-	10	-	4	13	1	-	2	-	10
Тема 18. Програмування на апаратному рівні відеоконтролерів	8	4	-	-	-	4	10,5	0,5	-	-	-	10
Тема 19. Програмування на апаратному рівні дискової підсистеми	8	4	-	-	-	4	10,5	0,5	-	-	-	10
Тема 20. Системне програмування пристроїв під'єднаних до шини PCI	8	4	-	-	-	4	11	1	-	-	-	10
Тема 21. Програмування на апаратному рівні допоміжних системних пристроїв	18	4	-	10	-	4	13	1	-	2	-	10

Тема 22. Системне програмування шини USB	8	4	-	-	-	4	11	1	-	-	-	10
Тема 23. Програмування NE2000-сумісних мережевих адаптерів	4	2	-	-	-	2	8,5	0,5	-	-	-	8
Разом за змістовим модулем 3	90	30	-	30	-	30	90	6	-	6	-	78
Усього годин в II семестрі	90	30	-	30	-	30	90	6	-	6	-	78
Усього годин за рік	180	45	-	45	-	90	180	10	-	10	-	160

* **Примітка:** Розподіл кількості годин для заочної форми навчання призначений тільки для освітньо-професійної програми “Комп’ютерна інженерія”, освітньо-професійна програма “Програмування мобільних і вбудованих комп’ютерних систем та засобів Інтернету речей” не передбачає заочної форми навчання.

3.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5 семестр		
1.	Структура програми мовою асемблера. Розробка та налагодження програм. Директиви визначення даних	2
2.	Програмування мовою асемблера цілочислових виразів	2
3.	Цикли і їх організація. Команди передачі керування	2
4.	Обробка символічних рядків ланцюжковими командами	2
5.	Введення-виведення символів і рядків	2
6.	Windows-застосування	3
7.	Елементи інтерфейсу вікна	2
Усього годин у I семестрі		15
6 семестр		
8.	Обробка повідомлень від клавіатури	10
9.	Обробка повідомлень від миші	10
10.	Обробка повідомлень від таймера	10
Усього годин у II семестрі		30
Усього годин за рік		45

3.4. Тематика індивідуальних завдань (теми курсового проектування)

В даному курсі виконання індивідуальних завдань не передбачено.

3.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
I семестр		
1	Позиційні системи числення. Двійкові, вісімкові та шістнадцяткові числа. Переведення чисел із системи числення з основою k у десяткову систему, і навпаки.	4
2	Представлення чисел зі знаком: прямий, обернений і доповняльний коди.	4
3	Логічні дані. Приклади роботи з бітовими рядками.	4

4	Особливості реалізації операторів умовного переходу і циклів в пакеті MASM.	4
5	Додаткове керування трансляцією: директиви DISPLAY та %OUT.	4
6	Директиви управління лістингом.	4
7	Зв'язок асемблера з мовами високого рівня. Зв'язок Pascal-асемблер. Зв'язок C-асемблер. Принципи використання вбудованих асемблерів мов високого рівня.	4
8	Використання дебагера для налагодження асемблерних програм, в яких використовується співпроцесор.	4
9	Загальні рекомендації з програмування співпроцесора.	4
10	Контролер переривань та його програмування.	4
11	Порівняння каркасних Windows-додатків на C++ та асемблері.	4
12	Інструментарій для створення драйверів для Windows – Driver Development Kit (DDK).	4
13	Особливості програмування на асемблері в Win64.	4
14	Особливості функціонування та алгоритм ініціалізації багатопроцесорної системи.	4
15	Загальні відомості про розширення сист. команд МП: SSE3 та SSE4 для підвищення ефективності операцій з 128-розрядними даними у форматі плаваючої крапки.	4
Усього годин у I семестрі		60
II семестр		
16	Загальні відомості про мультипроцесорне програмування.	4
17	Багатопотокові драйвери для багатопроцесорних систем.	4
18	Комп'ютерна мишка типу PS/2.	4
19	Особливості роботи відеоконтролера в текстовому режимі.	3
20	Прості формати графічних файлів: BMP та PCX.	3
21	Файлові системи FAT12, FAT16.	3
22	Використання портів для доступу до пристроїв PCI.	3
23	Програмування звукової карти та системного динаміка.	3
24	Приклади: робота з комп'ютерною мишкою та принтером через інтерфейс USB.	3
Усього годин у II семестрі		30
Усього годин за рік		

4. Форми і методи навчання

Форми навчання – це проблемні й оглядові лекції, лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, інтерактивні заняття з навчанням одних студентів іншими, інтегровані заняття, проблемні заняття, відеолекції, відеозаняття і відеоконференції засобами Google Meet, Zoom, Cisco Webex, заняття з використанням системи електронного навчання Moodle.

Методи: проблемний виклад матеріалу, частково-пошукові та дослідницькі лабораторні практикуми, презентації, кейс-стаді, консультації і дискусії, робота в інтернет-класі: електронні лекції, лабораторні роботи, дистанційні консультації та ін., спрямовані на активізацію і стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Підходи до навчання: використовуються студентоцентрований, проблемно-орієнтований, діяльнісний, комунікативний, професійно-орієнтований, міждисциплінарний підходи.

4.1. Реалізація навчального процесу

Здійснюється під час лекційних, лабораторних занять, самостійної поза-аудиторної роботи з використанням сучасних інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами.

Для **формувань умінь та навичок** застосовуються такі **методи навчання:**

- вербальні/словесні (*лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж*);
- наочні (*спостереження, ілюстрація, демонстрація*);
- практичні (*проведення експерименту, практики*);
- пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- репродуктивний (*виконання лабораторних завдань за зразком*);
- метод проблемного викладу матеріалу на лекційних заняттях.

4.2. Технічне й програмне забезпечення/обладнання

Лекції: Мультимедійний комплект в аудиторії 326.

Лабораторні роботи: Комп'ютери в лабораторії №302, 8 к. ЧНУ, кафедри КСМ з наступною конфігурацією:

- Motherboard Asus Prime H310M-A R2.0
- CPU Intel Pentium Gold G5400 (BX80684G5400) s1151 BOX
- SSD Apacer AS350 Panther 240GB 2.5" SATAIII TLC (AP240GAS350-1)
- Memory HyperX DDR4-2400 8192MB PC4-19200 Fury Black (HX424C15FB2/8)
- Case GameMax ET-207 400 Вт
- Keyboard Defender Element HB-520 PS/2 Black (45520)
- Mouse 2E MF107 USB Black (2E-MF107UB)
- Monitor 21.5" Philips.

Програмне забезпечення: ліцензійні пакети Windows 10, MS Office software 79P-05726 OfficeProPlus 2019 UKR OLP NL Acdmc Non-specific No Level (Word, Excel, Power Point, Access); та відкриті пакети Linux, Ubuntu чи спеціалізовані інші.

5. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Шкала та критерії оцінювання: національна та ЄКТС (Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система, ECTS)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
35 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. Засоби оцінювання

- Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є
- контрольні роботи;
 - стандартизовані тести;
 - завдання на лабораторному обладнанні;
 - презентації результатів виконаних завдань.

7. Форми поточного і підсумкового контролю

Формами поточного контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при захисті виконаних лабораторних робіт, кількість отриманих балів при виконанні тестового завдання, а також письмова відповідь при написанні модульних контрольних робіт. Формами підсумкового контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при здачі іспиту.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)																													
I семестр													II семестр																
Змістовий модуль 1										Змістовий модуль 2			Підсумковий контроль (залік)	Сумарна кількість балів	Змістовий модуль 3								Підсумковий контроль (екзамен)	Сумарна кількість балів					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	M1	T11	T12			T13	T14	T15	M2	T16	T17	T18	T19			T20	T21	T22	T23	M3
2	3	2	3	5	5	-	-	-	5	15	5	5	-	-	-	10	40	100	15	15	-	-	-	15	-	-	15	40	100

T1 ... T19 – теми змістових модулів; M1, M2, M3 – модульні контрольні роботи

Змістовий модуль 1. Основи програмування мовою асемблера

- T1. Архітектура і програмна модель персонального комп'ютера (виконання лабораторної роботи №1 (частина 1) – 2 балів)
- T2. Створення і структура програми на асемблері (виконання лабораторної роботи №1 (частина 2) – 3 балів)
- T3. Система команд мікропроцесора. Команди обміну даними (виконання лабораторної роботи №2 (частина 1) – 2 бали)
- T4. Арифметичні та логічні команди. Команди зсуву (виконання лабораторної роботи №2 (частина 2) – 3 бали)
- T5. Команди передачі керування (виконання лабораторної роботи №3 – 5 балів)
- T6. Складні структури даних (масиви, рядки, структури, об'єднання, записи) (виконання лабораторної роботи №4 – 5 балів)
- T7. Макрозасоби мови асемблера (бали не виставляються)
- T8. Модульне програмування. Зв'язок асемблера з мовами високого рівня (бали не виставляються)
- T9. Архітектура і програмування мовою асемблера математичного співпроцесора (бали не виставляються)
- T10. Переривання. Реальний та захищений режими роботи мікропроцесора. Обробка переривань в реальному та захищеному режимах роботи мікропроцесора (виконання лабораторної роботи №5 – 5 балів)
- M1. Модульна контрольна робота №1 – 15 балів

Змістовий модуль 2. Програмування мовою асемблера з використанням Win32/64 API

- T11. Створення Windows-додатків на асемблері. Функції Win32 API та GUI (GDI) (виконання лабораторної роботи №6 – 5 балів)
- T12. Організація введення/виведення та програмування в Win32. Файли та динамічні бібліотеки (виконання лабораторної роботи №7 – 5 балів)
- T13. 64-розрядний режим процесора (IA-32e, long mode). Програмування в Win64 (бали не виставляються)
- T14. Багатопроцесорні системи (бали не виставляються)

T15. Загальні відомості про розширення: MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSE4, AVX (бали не виставляються)

M2. Модульна контрольна робота №2 – 10 балів

Змістовий модуль 3. Програмування апаратних засобів комп'ютерних систем

T16. Основи програмування драйверів для Windows (виконання лабораторної роботи №8 – 5 балів)

T17. Системне програмування клавіатури та комп'ютерної миші (виконання лабораторної роботи №9 – 5 балів)

T18. Програмування на апаратному рівні відеоконтролерів (бали не виставляються)

T19. Програмування на апаратному рівні дискової підсистеми (бали не виставляються)

T20. Системне програмування пристроїв під'єднаних до шини PCI (бали не виставляються)

T21. Програмування на апаратному рівні допоміжних системних пристроїв (виконання лабораторної роботи №10 – 5 балів)

T22. Системне програмування шини USB (бали не виставляються)

T23. Програмування NE2000-сумісних мережевих адаптерів (бали не виставляються)

M3. Модульна контрольна робота №3 – 15 балів

8. Рекомендована література

1. Paul A. Carter. PC Assembly Language, 2019. – 190 p.
2. Галісеєв Г. В. Системне програмування: навч. посіб. – К.: Університет «Україна», 2019. – 113 с.: іл.
3. Daniel Kusswurm. Modern X86 Assembly Language Programming: Covers x86 64-bit, AVX, AVX2, and AVX-512. Geneva, IL, USA, 2018. – 617 p.
4. Рисований О.М. Системне програмування. Графічний інтерфейс користувача (GUI): навчальний посібник для студентів спеціальностей 123 – «Комп'ютерна інженерія», 125 – «Кібербезпека» / О.М. Рисований – Харків: «Слово», 2018. – 160 с.
5. Irvine, Kip R.. Assembly language for x86 processors / Kip R. Irvine, Florida International University, School of Computing and Information Sciences. – Seventh Edition, 2015. – 873 p.
6. Рисований О.М. Системне програмування [Текст]: підручник для студентів напрямку «Комп'ютерна інженерія» вищих навчальних закладів в 2-х томах. Том 1. – Видання четверте: виправл. та доповн. – Х.: «Слово», 2015. – 576 с.
7. Рисований О.М. Системне програмування [Текст]: підручник для студентів напрямку «Комп'ютерна інженерія» вищих навчальних закладів в 2-х томах. Том 2. – Видання четверте: виправл. та доповн. – Х.: «Слово», 2015. – 378 с.
8. Коноваленко І.В., Федорів П.С. Системне програмування у Windows з прикладами на Delphi. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2012. – 320с.

9. Інформаційні ресурси

- Система підтримки дистанційного навчання «Moodle».