

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи



(підпис)

Н. В. Руденко

(ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Мікропроцесорні пристрої автоматики

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Роботомеханічні системи та комплекси,

Інженерія логістичних систем

(найменування спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма __ «Мікропроцесорні пристрої автоматики» для студентів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» та освітньою програмою «Роботомеханічні системи та комплекси», «Інженерія логістичних систем»

“ 27 ” травня 2019 року – 11 с.

Розробники: д.т.н., проф. Сисоєв Ю. О., Белявський О. В., ст. викладач к. 202
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри «Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем» _____

Протокол № 11 від " 25 " червня 2019 р.

Завідувач кафедри 202 д.т.н., професор
(наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

О. О. Баранов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування Показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		(денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва)	Нормативна навчальна дисципліна
Модулів – 1		Навчальний рік 2019/2020
Змістових модулів – 2		Семестр 6
Загальна кількість годин – 120	<u>Спеціальність</u> <u>131 «Прикладна механіка»</u>	Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4.0 самостійної роботи студента – 3.5		32 год.
		Практичні
		32 год.
		Лабораторні -
	<u>Освітня програма</u> <u>Роботомеханічні системи та комплекси, Інженерія логістичних систем</u>	Самостійна робота
		56 год.
	Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Вид контролю
		залік

Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 64/56

*Аудиторне навантаження може бути збільшене, або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – надання студентам знань та вмінь аналізу та розробки МП пристроїв автоматики роботизованих об'єктів машинобудування, зокрема, верстатів з ЧПК, промислових роботів, знань функціональної структури засобів електронно-обчислювальної техніки, проектування програмного забезпечення.

Завдання: вивчення методів проектування та математичного моделювання електронних пристроїв керування технологічним обладнанням у автоматизованих механічних виробництвах.

Міждисциплінарні зв'язки: фізика, електротехніка

Результати навчання: у результаті навчання студент повинен мати наступні здатності:

- робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності;
- застосовувати основні закони електротехніки та основ електроніки в системах керування сучасного обладнання в промисловості;
- розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у машинобудівній галузі або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

- використовувати сучасну елементну базу при побудові електронних схем керування механізмами, визначати параметри і характеристики типових схем, мати навички практичного застосування інтегральних датчиків;
- розробляти сенсорні пристрої автоматики до типового технологічного обладнання, розробляти алгоритмічне забезпечення до типових пристроїв збору та первинної обробки даних;
- розробляти циклові системи керування;
- оцінювати технічний стан устаткування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- методи розробки пристроїв електроніки;
- методи побудови математичних моделей цифрових пристроїв автоматики;
- методи аналізу та розробки математичного забезпечення до систем автоматичного керування технологічним обладнанням на базі ЕОМ;

вміти:

- розробляти цифрові пристрої автоматичного керування типовим технологічним обладнанням;
- розробляти програмне забезпечення до типових інтерфейсів пристроїв автоматики у складі РТК.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 6.1. Принципи функціонування мікропроцесорної техніки.

Тема 1. Мікропроцесор, як мікропрограмний автомат з пам'яттю.

- 1.1. Визначення мікропроцесора та його складових частин на рівні їх функцій.
 - 1.2. Структурна організація мікропроцесора, як мікропрограмного автомата з пам'яттю.
 - 1.3. Машина фон-Неймана.
 - 1.4. Структура вузлів мікропроцесора. Арифметично-логічний пристрій. Система пам'яті
 - 1.5. Регістрова структура МП. Регістри загального та спеціального призначення.
- 1.1.* Логічні пристрої систем автоматики.
 - 1.2.* Булева алгебра. Методи надання логічних пристроїв.
 - 1.3.* Види базових логічних пристроїв. Уніфікація логічних схем автоматики.
 - 1.4.* Релейно-контактні пристрої автоматики. Мова релейно-контактних схем.

Тема 2. Загальні характеристики мікропроцесорних елементів

- 2.1. Технічні параметри мікропроцесора (МП). Методи оцінювання продуктивності. Шина даних та адресовий простір МП.
 - 2.2. Регістрова структура мікропроцесора.
 - 2.3. Порівняльні характеристики мікропроцесорів.
- 2.5.* Синтез синхронного цифрового автомату. (Алгоритм та приклад.)
 - 2.6.* Розв'язання ДЗ. (Приклад)

Тема 3. Система команд та надання чисел у мікропроцесорі

- 3.1. Двоїчна, восьмирічна та шістнадцятирічна системи надання чисел у мікропроцесорі.
 - 3.2. Надання від'ємних чисел.
 - 3.3. Надання чисел у форматі з плаваючою крапкою. Бібліотеки підтримки арифметичних операцій МП.
 - 3.4. Система команд МП та методи адресації операндів.
- 3.1.* Базовий елемент структури ТТЛ.
 - 3.2.* Метод Квайна (МК). Синтез за МК повного двійкового суматора.

Тема 4. Структура обчислювальної системи та її функціонування

- 4.1. Модульна організація обчислювальних систем автоматики.
- 4.2. Функціонування обчислювальної системи керування у
 - програмному режимі обміну;
 - обміну за перериванням;
 - обміну за режимом безпосереднього доступу до пам'яті.
- 4.1.* Визначення та синтез пріоритетного шифратора даних.
- 4.2.* Визначення та синтез цифрового мультиплексора.
- 4.3.* Мультиплексор, як універсальний логічний елемент.
- 4.4.* Мультиплексор-демультиплексор.
- 4.5.* Метод Вейча-Карно.

Тема 5. Структура МП родини INTEL 8051 (AtMega) та його програмування.

- 5.1. Призначення та особливості структурної організації МП елементів родини "INTEL8051".
- 5.2. Система таймерів МП «I8051».
- 5.3. Система портів та система переривань МП «I8051».
- 5.4. Мікропроцесор, як універсальний логічний пристрій.
- 5.5. Система команд МП. Призначення команд за їх групами.
- 5.6. Асемблер, як безтипова мнемонічна мова найнижчого лінгвістичного рівня.
- 5.7. Методи програмування мовою Асемблера.
- 5.8. Інтегроване середовище надання та симуляції програмного забезпечення.
- 5.1.* Реалізація логічних функцій на основі МП родини «I8051».
Арифметично-логічні схеми.
- 5.2.* Синтез цифрового компаратора.
- 5.3.* Синтез системи знаходження добутку двох чисел.
- 5.4.* Синтез системи обробки чисел із знаком.

Тема 6. Модульна структура ЕОМ та обмін даними на магистралі ЕОМ

- 6.1. Структурна організація ЕОМ Intel 80X86 .
- 6.2. Методи адресації операндів ЕОМ.
- 6.3. Система команд ЕОМ.

Інструментальні вимірювання з використанням МП.

- 6.1.* Метрологічні характеристики вимірювальних перетворювачів (ВП).
- 6.2.* Лінійність та залежність характеристик ВП від зовнішніх факторів.
- 6.3.* Корекція похибок вимірювань.
- 6.4.* Корекція нелінійності характеристики вимірювального перетворювача.
- 6.5.* МП-фільтрація даних.

Тема 7. Ц/А та А/Ц перетворення даних

- 7.1. Широтно-імпульсна модуляція, як метод Ц/А перетворення.
- 7.2. Методи А/Ц перетворення даних.
- 7.3. Технічні характеристики та параметри А/Ц перетворювачів.
- 7.1.* Перетворювач порозрядного наближення.
- 7.2.* Перетворювач подвійного інтегрування.
- 7.3.* Перетворювач типу напруга/частота.
- 7.4. Алгоритмічна підтримка перетворення даних.

Тема 8. Регулювання з використанням ЕОМ

- 8.1. Базові співвідношення теорії регулювання.
- 8.2. Зворотній зв'язок та його дія у цифровій системі регулювання.
- 8.3. Типи регуляторів та їх реалізація на базі обчислювальної техніки.
- 8.4. Позиційний та швидкісний алгоритми регулювання.
- 8.5. Алгоритмічна організація МП регулятора технологічного параметру.
- 8.1.* Передаточна функція аналогового фільтра.
- 8.2.* Z-перетворення.
- 8.3.* Білінійне перетворення.
- 8.4.* Реалізація цифрового фільтру.

Змістовний модуль 6.2. Технологічні ЕОМ та інтерфейси.

Тема 9. ЕОМ родини IBM.

- 9.1. Магістрально-модульна структура ЕОМ.
- 9.2. Магістральні цикли обміну даними на магістралі PC-104.
- 9.3. Система переривань мікроЕОМ.
- 9.4. Інтегроване середовище розробки програмного забезпечення MASM (Microsoft).
- 9.1.* Розробка програмного забезпечення системою керування роботом МП9-С.

Тема 10. Технологічні ЕОМ родини «Електроніка»

- 10.1. Організація технологічної ЕОМ родини «Електроніка».
- 10.2. Канальні цикли вводу та виводу даних.
- 10.3. Цикл обміну даними у режимі переривань.
- 10.1.* Програмування ЕОМ PDP-11. Магістральні інтерфейси ЕОМ.
- 10.2.* Інтерфейси ЕОМ. Визначення, термінологія. Системні інтерфейси.
- 10.3.* Інтерфейси синхронного та асинхронного типів. Магістраль «Спільна шина».
- 10.4.* Сполучення датчиків об'єктів роботизованого виробництва з магістраллю ISA.

Тема 11. Програмування ЕОМ родини «Електроніка»

- 11.1. Система команд мікро-ЕОМ родини «Електроніка».
- 11.2. Методи адресації операндів мікро-ЕОМ родини «Електроніка».
- 11.3. Програмування ЕОМ родини «Електроніка» мовою Асемблера. Тригери та тригерні підсистеми.
- 11.1.* Визначення тригера. Потенціальний асинхронний RS-тригер.
- 11.2.* Тригерна підсистема. Тригер, як елементарний цифровий автомат.
- 11.3.* Синхронні тригери D та JK-типів. T-тригер.
- 11.4.* Синтез СК гідроприводом роботомеханічної системи.

Тема 12. Периферійні інтерфейси ЕОМ

- 12.1. Периферійні Інтерфейси ЕОМ. Визначення, термінологія.
- 12.2. Інтерфейс RS232C, RS485.
- 12.3. Інтерфейс Centronics.
- 12.4.* Розробка зовнішнього обладнання ЕОМ PDP-11.

Тема 13. Обмін даними у режимі переривань.

- 13.1. Обмін даними на магістралі ЕОМ системи INTEL у режимі переривань.
- 13.2. Механізм роботи контролерів переривань.
- 13.3. Програмна підтримка режиму переривань.
- 13.1.* Розробка програмного забезпечення реакції на зовнішнє переривання. Периферійний інтерфейс «спільна шина» (IEEE-4888).
- 13.1.* Розробка системи зв'язку між об'єктами сполучень через інтерфейс «спільна шина».
- 13.2.* Призначення та характеристики інтерфейсу.

* Для самостійного вивчення

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма навчання)				
	усього	у тому числі			
		лекції	прак.р.	лаб.р.	сам.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Принципи функціонування мікропроцесорної техніки.					
Тема1. МП, як мікропрограми автомат з пам'яттю.	8	4	4 КЛС	–	–
Тема 2. Загальні характеристики мікропроцесорів.	8	2	2 АРД	–	4 СД
Тема 3. Система команд та надання чисел у МП.	8	2	2 АРД	–	4 51
Тема 4. Структура обчислювальної системи та її функціонування.	8	2	2 АДС	–	4 ІНТ
Тема 5. Структура МП родини ІNTEL 8051 та його програмування	14	2	2 АДС	–	4 ІНТ
Тема 6. Модульна структура ЕОМ та види обміну на магистралі ЕОМ.	8	2	2 ІВМ	–	10 RGR
Тема 7. А/Ц та Ц/А перетворення даних	4	2	2 ІВМ	–	
Тема 8. Модульний контроль (1)	4	2	2 МП9		
Разом за змістовим модулем 1	62	18	18	–	26
Змістовий модуль 2. Технологічні ЕОМ та інтерфейси.					
Тема 9. Регулювання з використанням ЕОМ	4	2	2 МП9	–	
Тема 10. МікроЕОМ родини ІВМ	10	2	2 МП9	–	6 REG
Тема 11. Технологічні ЕОМ родини “Електроніка” родини DEC	10	2	2HC595	–	6 CN
Тема 12. Програмування ЕОМ родини «Електроніка» .	10	2	2HC595	–	6 CN
Тема 13. Периферійні інтерфейси ЕОМ	10	2	2HC595	–	6 DEC
Тема 14. Обмін даними у режимі переривань.	10	2	2 EL	–	6 DEC
Тема 15. Модульний контроль (2)	4	2	2 EL		
Разом за змістовим модулем 2	58	14	16	–	30
Усього годин	120	32	32	–	56

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми практичного заняття	Кільк.год.
1.	Синтез комбінаційних логічних схем. КЛС51	4
2.	Програмування мікроЕОМ родини АТМЕL АРД	4
3.	Розробка А/Ц перетворювача. АДС	4
4.	Програмування ЕОМ ІВМ-РС мовою Асемблера ІВМ	4
5.	Розробка програмного забезпечення до СК роботом МП9-С МП9	6

6.	Розробка приборного інтерфейсу	HC595	6
7.	Програмування мікроЕОМ родини «Електроніка»	EL	4
	Разом за семестр 6		32

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми роботи	Кількість годин
1.	Тема 1. Кодування даних в мікропроцесорній системі. CD	4
2.	Тема 2. Програмування мовою Асемблера ЕОМ «INTEL8051» 51	4
4.	Тема 3. Проектування УП мовою асемблера ЕОМ IBM-PC. INT	8
5.	Тема 4. Цифрові та мікропроцесорні регулятори REG	6
6.	Тема 5. ЕОМ PDP-11. Програмування та організація. DEC	12
7.	Тема 6. Проектування пристроїв сполучення з мікроЕОМ CN	12
8.	Виконання розрахункової роботи	10
	Разом за семестр 6	56

7. Індивідуальне завдання

1. «Розробка мікропроцесорного (цифрового) автомату».

-

8. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

9. Методи контролю

Проведення поточного контролю (захист практичних робіт), захист РР письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю та за наявності допуску до контролю у вигляді **письмового заліку** (комплексне завдання). При складанні семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист практичних робіт	3...8	3	15...25
Модульний контроль	15...25	1	15...25
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист практичних робіт	3...8	3	15...25
Модульний контроль	15...25	1	15...25
Всього за семестр			60...100

10.2 Розподіл балів, які отримують студенти при складанні семестрового іспиту (кількісні критерії оцінювання)

Складові білету семестрового заліку	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Теоретичне запитання	5...30	1	5...30
Тестове завдання: вибрати варіанти правильних відповідей	3...10	3	15...30
Задача	20...40	1	20...40
Всього за семестровий залік			60...100

10.3 Кількісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- теоретичні основи цифрової техніки та методів обробки даних;
- характеристики цифрових та мікропроцесорних (МП) пристроїв автоматики;
- методи розробки програмного забезпечення до МП пристроїв автоматики.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- володіти методами та навиками розробки та відпрацювання алгоритмічного та програмного забезпечення МП пристроїв автоматики;
- володіти принципами побудови циклових систем керування об'єктами промислової автоматики;
- розраховувати основні параметри промислових мікропроцесорних пристроїв;
- володіти методами синтезу цифрових систем автоматичного керування на основі ПЛІС (ALTERA).

10.4. Якісні критерії оцінювання

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та вмінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Мати уявлення про основні методи аналізу та розробки мікропроцесорних пристроїв та аналогово-цифрових перетворювачів інформації, особливості функціональної та логічної організації базових системних та периферійних інтерфейсів ЕОМ та особливостей їх застосування. Користуватися інтегрованими засобами розробки алгоритмічного та програмного забезпечення.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, здати тестування та розрахунково-графічну роботу.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх при розв'язанні практичних завдань.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

11. Методичне забезпечення

Роздавальний матеріал на кожному практичному занятті для виконання практичних робіт. Навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:

- скановану копію робочої програми з дисципліни «Мікропроцесорні пристрої автоматики»;
- розширений план лекцій з дисципліни «Мікропроцесорні пристрої автоматики»;
- контрольні запитання з дисципліни;
- перелік навчально-методичного забезпечення з дисципліни що наданий в програмі;
- посібник з розрахункової роботи по дисципліні «Мікропроцесорні пристрої автоматики»;
- рекомендації та вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Мікропроцесорні пристрої автоматики».

Контрольні питання до модуля самостійної роботи Т1.2*

1. Базовий логічний елемент структури ТТЛ. Параметри та характеристики.
2. Закони алгебри логіки. Методи мінімізації логічних функцій.
3. Синтез комбінаційних логічних схем автоматики.
4. Методи кодування інформації. Код 1-2-4-8. Двійкове доповнення.
5. Дешифратор-демультиплексер.
6. Мультиплексор, як універсальний логічний елемент.
7. Асинхронний симетричний R-S тригер. Класифікація тригерних підсистем.
8. Синхронні тригери D та J-K типів. Т тригери. Динамічна та потенціальна синхронізація.
9. Двійковий лічильник. Визначення, класифікація лічильників та їх використання в цифрових пристроях автоматики.
10. Синтез двійкових лічильників.
11. Цифрові автомати. Визначення та класифікація. Мови надання цифрових автоматів.
12. Синхронні та асинхронні автомати. Автомати Мілі та Мура.
13. Синтез цифрового автомату управління роботом.

Контрольні питання до модуля М6.1

1. Процесор (МП), як мікропрограмний цифровий автомат з пам'яттю. Структура МП.
2. Кодування інформації в мікропроцесорі.
3. Двійково-десятичні числа із знаком. Числа у форматі із плаваючою крапкою.
4. Методи надання відємних чисел у мікроЕОМ.
5. Система команд мікропроцесора (визначення та склад). Мова Асемблера INTEL8051.
6. Синтез цифрових автоматів з пам'яттю.
7. Система адресації операндів мікропроцесора. Методи адресації операндів.
8. Мікропроцесори родини «Intel». Структурна організація та функціонування. параметри та характеристики сучасних приладів родини Intel.
9. Методи адресації операндів у МП- системі.
10. Програмування мовою Асемблера процесорів родини Intel (80286). Інтегроване середовище проектування програмного забезпечення.
11. Засоби аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення у МП системах керування. Параметри та характеристики перетворювачів.
12. Цифрова фільтрація.

Контрольні питання до модуля М6.2

1. Обмін даними на магистралі ЕОМ у режимі переривання.
2. Обмін даними у режимі прямого доступу до пам'яті. Призначення та застосування режиму ПДП у системах з ЧПУ.

3. Стандартні магістральні інтерфейси ЕОМ.
4. Стандартизовані периферійні інтерфейси. Синхронні та асинхронні інтерфейси.
5. Сполучення автоматичних пристроїв з ЕОМ.
6. Послідовний асинхронний інтерфейс RS232C.
7. Паралельний інтерфейс Cnttroniks.
8. МікроЕОМ родини ІВМ. Інтерфейс типу РС-104.
9. Система переривань ЕОМ та її функціонування.
10. МікроЕОМ родини «ЕЛЕКТРОНІКА». Системна магістраль «спільна шина».
11. Програмування мовою асемблера родини «ЕЛЕКТРОНІКА».
12. Шляхи розвитку засобів техніки керування робототехнічними об'єктами.

12. Рекомендована література

Базова

1. В. Фритч. Применение микропроцессоров в системах управления [текст]/ Фритч В.: пер. с нем. – М. Мир, 1984. – 464с.
2. В. Н. Дроздов. Системы автоматического управления с микроЭВМ [текст]/ Дроздов В. Н., Мирошник И. В., Скорубский В. И. – Л.: Машиностроение, Лен. отд., 1989. -284с
3. Ю.В. Новиков, О.А. Калашников, С.Э. Гуляев. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. М., «Эком», 2000. – 224с.
4. Белявский А. В. и др. Основы цифровой схемотехники. Харьков, НАУ ХАИ, 2012.- 80с.
5. К.Г. Финогенов. Программирование на языке Ассемблера IBM PC. Обнинск, 1999.
6. Абель, П. Язык Ассемблера для IBM PC и программирования. М. Высш. Шк., 1992.- 447с.
7. Джордейн. Справочник программиста IBM PC. М., Мир, 1986.

Додаткова література.

1. В. Л. Шило Популярныe цифровые микросхемы. Справочник. М. Радио и связь, 1987, 352с.
2. Г.И. Пухальский, Т.Я. Новосельцева. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. М., «Радио и связь», 1990.- 304с.
3. В. Трамперт. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR микроконтроллеров. «МК-Пресс», Киев, 2006, 208с.
4. Ю.А. Шпак. Программирование на языке “С” для AVR и PIC микроконтроллеров. «МК-Пресс». Киев, 2006.
5. И.В. Захаров. Техническое обслуживание и эксплуатация микроЭВМ «Электроника-60». М.: «Машиностроение», 1989, 190с.
6. В.И. Щербаков Г.И. Грездов. Электронные схемы на операционных усилителях. Справочник. Киев, «Техніка», 1983. – 282с.
7. Б.В. Тарабрин. Справочник по интегральным микросхемам. М. Энергия, 1980.
8. Лебедев . Микросхемы памяти и их применение. М., Радио и связь, 1983.
9. Бирюков С.В. Применение КМОП микросхем. М., Радио и связь, 1983.
10. Б.В. Шевкопляс Микропроцессорные структуры. Инженерные решения. Справочник. М. , «Радио и связь», 1986, 264с.
11. Д.А.Комолов, Р.А.Мяльк, А.А.Зобенко, А.С. Филиппов. Системы автоматизированного проектирования фирмы ALTERA\ Краткое описание и самоучитель. М., «РадиоСофт», 2002г.
12. В.А. Прянишников. Электроника. Полный курс лекций.С-Пб., «Корона принт» 2003.
13. У.Титце, К.Шенк. Полупроводниковая схемотехника. М., Мир, 1983, 512с.
14. П.Хоровиц, У.Хилл. Искусство схемотехники. М. Мир. 1986, Т2.