

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра електроніки та управляючих систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор
з науково-педагогічної роботи


Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



«  » _____ 2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Системи автоматичного контролю і управління

Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський) рівень</u>
Галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>
Спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
Освітня програма	<u>Комп'ютерні науки</u>
Вид дисципліни	<u>за вибором</u>
Факультет	<u>комп'ютерних наук</u>

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«31» серпня 2020 року, протокол № 12

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

кандидат технічних наук, доцент кафедри електроніки та управляючих систем
Рева Сергій Миколайович


Програму схвалено на засіданні кафедри електроніки та управляючих систем
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри електроніки та управляючих систем


_____ Микола СТЕРВОЄДОВ

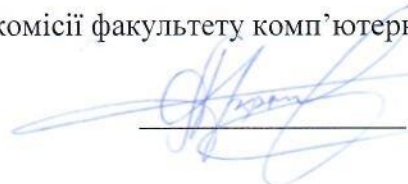
Програму погоджено з гарантом освітньої програми 122 «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми 122 «Комп'ютерні науки»


_____ Микола СТЕРВОЄДОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук
Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


_____ Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Смєтеми автоматичного контролю і управління» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Вивчення дисципліни базується на широкому використанні знань, отриманих студентами із загальноосвітніх курсів фізики і вищої математики, а також у циклі спеціалізованих дисциплін «Електротехніка та електроніка», «Комп'ютерна схемотехніка», «Архітектура комп'ютерів» та інші.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Метою і завданням навчальної дисципліни є підготовка студентів у галузі розробки цифрових систем автоматичного контролю та управління з використанням сучасних методів та засобів проектування, формування стійких знань та навиків роботи на професійному рівні, уміння побудови автоматизованих систем контролю та систем автоматичного управління з використанням мікроконтролерів.

1.2 Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- знайомство з галузями використання систем автоматичного контролю і управління;
- вивчення основ побудови мікропроцесорних пристроїв управління;
- вивчення архітектури ядра мікроконтролерів серії МК51;
- вивчення організації адресних просторів мікроконтролерів серії МК51;
- знайомство з системою команд мікроконтролерів серії МК51;
- вивчення принципів програмної обробки електричних сигналів;
- вивчення схемотехнічних рішень, що використовуються для первинної обробки сигналів;
- знайомство з методами індикації цифрової та аналогової інформації;
- вивчення способів дискретизації та відновлення аналогових сигналів;
- вивчення законів регулювання та застосування їх для управління технологічними процесами.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності. Загальні компетентності (ЗК).

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК1.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК2.
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК3.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК7.
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК8.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК11.
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт ЗК12.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

- Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування. (ФК1)
- Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо. (ФК2)

- Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач. (ФК4)

- Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення. (ФК12.)

- Здатність до розробки мережевого програмного забезпечення, що функціонує на основі різних топологій структурованих кабельних систем, використовує комп'ютерні системи і мережі передачі даних та аналізує якість роботи комп'ютерних мереж. (ФК13)

1.3 Кількість кредитів – 4.

1.4 Загальна кількість годин - 120.

1.5 Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
___ год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
<u>10</u> год.	год.

1.6 Заплановані результати навчання

знати:

- принципи побудови та галузі використання систем автоматичного контролю і управління;
- основи побудови мікропроцесорних пристроїв управління;
- внутрішню структуру та організацію ядра мікроконтролерів серії МК51;
- організацію адресних просторів мікроконтролерів серії МК51;
- систему команд мікроконтролерів серії МК51;
- принципи програмної обробки електричних сигналів;
- схемотехнічні рішення, що використовуються для первинної обробки сигналів;
- принципи та методи індикації цифрової та аналогової інформації;
- способи дискретизації та відновлення аналогових сигналів;
- закони регулювання та застосування їх для керування технологічними процесами;

вміти:

- розраховувати режими роботи внутрішніх пристроїв мікроконтролера;

- обирати засоби автоматизації для заданого технологічного процесу з використанням даних, які характеризують поведінку об'єкта регулювання;
- розробляти функціональні та принципові схеми систем автоматизації;
- розраховувати параметри типових регуляторів;
- аналізувати технічні вимоги та вибирати алгоритмічні рішення при побудові систем автоматичного управління;
- розробляти структуру програми управління та формувати технічне завдання на програмне забезпечення.
- працювати в середовищі програмування на алгоритмічній мові асемблер;
- писати та відлагоджувати програми управління об'єктами регулювання;
- самостійно працювати з навчальною, навчально-методичною і довідковою літературою у галузі електротехніки, програмування і інших суміжних дисциплін.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).

- Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук. (ПРН1)
- Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації. (ПРН2)
- Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо. (ПРН4)
- Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів. (ПРН6)
- Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктноорієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничотехнічних систем. (ПРН15)

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1 – Апаратна організація мікроконтролерів серії МК51.

Тема 1 – Застосування і загальні принципи побудови систем автоматичного управління

Використання електронних систем управління в сучасній науці, промисловості та у побуті. Визначення і основні складові частини контрольно-вимірювальних систем та систем автоматичного управління. Організація зворотного зв'язку в системах автоматичного управління. Типи перехідних характеристик. Узагальнені структурні схеми систем. Навчальна література.

Тема 2 – Структура та адресні простори мікроконтролерів сімейства МК51.

Визначення мікроконтролера, основні відмінності мікроконтролерів від універсальних мікропроцесорів та персональних ЕОМ. Структурна схема базової моделі мікроконтролерів серії МК51. Історія її створення. Апаратна організація ядра процесора. Склад серії та основні технічні характеристики моделей, що входять до неї. Різновидності і структура адресних просторів мікроконтролерів серії МК51.

Тема 3 – Переривання в мікроконтролерах сімейства МК51

Визначення апаратного переривання, різновидності переривань. Апаратні та програмні засоби, що забезпечують обробку переривань. Програмний та апаратний арбітраж. Функціональна схема обробки переривань та алгоритм її роботи. Маскування. Алгоритм роботи мікроконтролера при одночасному виникненні кількох переривань.

Тема 4 – Таймери мікроконтролерів сімейства МК51

Вбудовані таймери мікроконтролера, призначення, структурна організація. Режими роботи таймерів. Принципи програмування. Регістри спеціальних функцій, що впливають на роботу таймерів. Структурна схема таймера. Взаємодія із системою переривань. Методики розрахунку часу для різних режимів роботи.

Тема 5 – Паралельні порти та організація зовнішніх шин мікроконтролера

Схемотехніка вихідних каскадів паралельних портів та їх технічні характеристики. Зовнішні паралельні шини. Особливості сумісної мультиплексованої шини даних. Машинний цикл мікроконтролера, формування основних сигналів машинного циклу.

Тема 6 – Пристрій асинхронної прийомо-передачі (ПАПП)

Структурна організація порту послідовної передачі даних. Режими роботи ПАПП. Суть методів синхронної та асинхронної передачі. Регістри спеціальних функцій, що впливають на роботу ПАПП. Особливості програмного звернення до цих регістрів. Взаємодія із системою переривань. Методики розрахунку швидкості прийомо-передачі для різних режимів роботи. Реалізація принципу багатопроцесорного обміну.

Розділ 2 – Програмування мікроконтролерів серії МК51

Тема 7 – Інтегроване середовище розробки для мікроконтролерів сімейства МК51

Поняття об'єктного коду програми. Використання мнемонічних позначень для покращення процесу програмування. Алгоритмічна мова Ассемблер. Транслятори ассемблера для мікроконтролерів серії МК51. Табличні транслятори. Основні функції трансляторів. Правила написання та трансляції ассемблерної програми. Інтегроване середовище розробки.

Тема 8 – Система команд мікроконтролерів сімейства МК51. Способи адресації

Способи адресації, що використовуються в мікроконтролері. Умовні позначення для операндів. Синтаксис та особливості використання операторів переміщення даних з різними способами адресації. Генерація сигналів управління при виконанні команд звертання до зовнішньої пам'яті.

Тема 9 – Команди безумовного та умовного переходу та переміщення даних

Синтаксис та особливості використання команд безумовного та умовного переходу. Способи адресації в командах безумовного та умовного переходу. Робота зі стеком на апаратному рівні при виконанні команд виклику підпрограм. Команди переміщення даних з різними способами адресації до операндів.

Тема 10 – Команди арифметичних та логічних операцій та робота з бітами

Синтаксис та особливості використання операторів арифметичних та логічних операцій. для мікроконтролерів серії МК51. Регістри спеціальних функцій, що використовуються при виконанні операцій. Вплив операцій на признаковий регістр. Команди модифікації та аналізу стану окремих біт.

Розділ 3 – Периферійні пристрої систем автоматичного контролю і управління

Тема 11 – Організація вводу даних з клавіатури

Варіанти апаратної організації кнопочної клавіатури. Використання властивостей вихідних каскадів паралельних портів для введення інформації про стан кнопок. Суть матричної організації клавіатури. Неоднозначність стану кнопок під час натискання, апаратні та програмні способи боротьби з цим явищем.

Тема 12 – Пристрої індикації

Різноманітність пристроїв індикації, що використовуються в системах автоматичного контролю та управління. Газорозрядні, світлодіодні індикатори та індикатори на рідких кристалах. Знакосинтезуючі пристрої. Суть методу динамічної індикації. Алгоритмічна реалізація методу динамічної індикації.

Тема 13 – Формування аналогових сигналів в системах автоматичного управління

Цифроаналоговий перетворювач, що працює за методом порозрядного зважування. Цифроаналогові перетворювачі в інтегральному виконанні. Швидкість формування аналогового сигналу. Кодування аналогового сигналу методом широтно-імпульсної модуляції.

Тема 14 – Датчики в системах автоматичного управління

Електричні перетворювачі фізичних величин. Електромеханічні датчики: зусилля, прискорення, переміщення, швидкості. Термоелектричні датчики: опору, напівпровідникові, термопари, інтегральні. Оптичні датчики, датчики тиску, рівня та інші. Схеми первинної обробки сигналів з датчиків.

Тема 15 – Алгоритми аналогоцифрового перетворення

Аналогоцифрові перетворювачі послідовного наближення. Схемотехнічні рішення та принцип дії. Побудова АЦП на основі мікроконтролера та цифроаналогового перетворювача. Управляючий алгоритм послідовного наближення. Динамічні похибки та методи боротьби з ними. Аналогоцифрові перетворювачі іншого принципу дії.

Тема 16 – Побудова багаторівневих систем управління

Ієрархічна структура систем управління. Організація систем магістрального та радіального типу. Протоколи обміну для багатопроекторних систем. Способи боротьби з електромагнітними завадами у розподілених системах. Використання гальванічних розв'язок для покращення стійкості розподілених систем автоматичного управління.

3. Структура навчальної дисципліни

№ з/п	Назва теми	Кількість годин				
		Усього по темі	у тому числі			
			ЛК	ПЗ	ЛЗ	ІЗ
Розділ 1 – Апаратна організація мікроконтролерів серії МК51						
1	Застосування і загальні принципи побудови систем автоматичного управління	4	2			2
2	Структура та адресні простори мікроконтролерів сімейства МК51	6	2			4
3	Переривання в мікроконтролерах сімейства МК51	8	2	2		4
4	Таймери мікроконтролерів сімейства МК51	10	2	4		4
5	Паралельні порти та організація зовнішніх шин мікроконтролера	12	2	4		6
6	Пристрій асинхронної прийомо-передачі (ПАПП)	6	2			4
	Контрольна робота №1	7		2		5
	Разом за розділом 1	53	12	12		29
Розділ 2 – Програмування мікроконтролерів серії МК51						
7	Інтегроване середовище розробки для мікроконтролерів сімейства МК51	8	2	2		4
8	Система команд мікроконтролерів сімейства МК51. Способи адресації	8	2	2		4
9	Команди безумовного та умовного переходу та переміщення даних	10	2	2		6
10	Команди арифметичних та логічних операцій та роботи з бітами	12	2	4		6
	Контрольна робота №2	7		2		5
	Разом за розділом 2	45	8	12		25
Розділ 3 – Периферійні пристрої систем автоматичного контролю і управління						
11	Організація вводу даних з клавіатури	10	2	4		4
12	Пристрої індикації	10	2	4		4
13	Формування аналогових сигналів в системах автоматичного управління	8	2			6
14	Датчики в системах автоматичного управління	8	2			6
15	Алгоритм аналогоцифрового перетворення	8	2			6
16	Побудова багаторівневих систем управління	8	2			6
	Разом за розділом 3	52	12	8		32
	Усього годин	120	32	32		56

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1 – Апаратна організація мікроконтролерів серії МК51		
1	Створення простої програми	4
2	Програмування таймерів-лічильників	6
Розділ 2 – Програмування мікроконтролерів серії МК51		
3	Алгоритми реального часу	4
4	Введення дискретних сигналів	6
Розділ 3 – Периферійні пристрої систем автоматичного контролю і управління		
5	Формування звукових сигналів	4
6	Синтез символів	4
7	Динамічна індикація	4
8	АЦП послідовного наближення	4
	Усього годин	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
Розділ 1 – Апаратна організація мікроконтролерів серії МК51		
1	Загальні принципи побудови систем автоматичного управління	2
2	Структура та адресні простори мікроконтролерів сімейства МК51	4
3	Переривання в мікроконтролерах сімейства МК51	4
4	Таймери мікроконтролерів сімейства МК51	4
5	Паралельні порти та організація зовнішніх шин мікроконтролера	6
6	Пристрій асинхронної прийомо-передачі (ПАПП)	4
7	Підготовка до контрольної роботи № 1	5
	Разом за розділом 1	29
Розділ 2 – Програмування мікроконтролерів серії МК51		
8	Інтегроване середовище розробки для мікроконтролерів сімейства МК51	4
9	Система команд мікроконтролерів сімейства МК51. Способи адресації.	4
10	Команди безумовного та умовного переходу та переміщення даних	6
11	Команди арифметичних та логічних операцій та роботи з бітами	6
12	Підготовка до контрольної роботи № 2	5
	Разом за розділом 2	25
Розділ 3 – Периферійні пристрої систем автоматичного контролю і управління		
13	Організація вводу даних з клавіатури	4
14	Пристрої індикації	4
15	Формування аналогових сигналів в системах автоматичного управління	6
16	Датчики в системах автоматичного управління	6
17	Алгоритм аналогоцифрового перетворення	6
18	Побудова багаторівневих систем управління	6
	Разом за розділом 3	32
	Усього годин	56

6. Індивідуальні завдання

2 контрольні роботи.

7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

На досягнення освітніх цілей спрямовані такі методи навчання студентів:

– *практичні* (використовують для пізнання дійсності, формування навичок і вмінь, поглиблення знань. Під час їх застосування використовуються такі прийоми: планування виконання завдання, постановка завдання, оперативне стимулювання, контроль і регулювання, аналіз результатів, визначення причин недоліків);

– *пояснювально-ілюстративний* (використовують для викладання й засвоєння нового навчального матеріалу, фактів, підходів, оцінок, висновків тощо);

– *репродуктивний* (для застосування студентами вивченого на основі зразка або правила, алгоритму, що відповідає інструкціям, правилам, в аналогічних до представленого зразка ситуаціях);

8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- проведення комп'ютерного тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми за допомогою відповідного електронного курсу;
- прийому та оцінювання звітів з виконання лабораторних робіт;
- проведення підсумкових контрольних робіт за окремими розділами;
- проведення підсумкового контролю знань (іспиту).

Форми поточного контролю: оцінювання виконаних лабораторних завдань та документації (звітів), написання підсумкових контрольних робіт.

Підсумкова оцінка розраховується за накопичувальною системою. За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою.

9. Схема нарахування балів

Критерії оцінювання протягом навчального семестру

За свою роботу в семестрі студент може отримати до 60 балів, які входять до загальної оцінки знань з навчального курсу.

Оцінка в основному формується шляхом комплексного оцінювання рівня підготовки та виконання завдань лабораторного практикуму з урахуванням результатів автоматизованого тестування засобами сайту дистанційної освіти та на основі співбесіди з викладачем під час захисту звітів з лабораторних робіт.

Оцінка по кожній з лабораторних робіт включає в себе:

- 1..2 бали (в залежності від складності) — за виконання онлайн-тесту на сайті дистанційної освіти;
- 1..2 бали (в залежності від об'єму) — за вірно виконані завдання по підготовці до лабораторної роботи в режимі онлацн-оцінювання;
- до 5 балів — за захист звіту з лабораторної роботи.
- Оцінка захисту звіту формується із наступних складових:

- 1 бал — за проведений аналіз завдання, розуміння принципів формування та функціонування програми;
- 1 бал — за написання та відлагодження програмного коду, передбаченого завданням по лабораторній роботі;
- 1 бал — за оформлення початкового коду та написання коментарів, які дають змогу зрозуміти суть та особливості написаного програмного коду.
- 1 бал — за підготовку звіту у відповідності до вимог, які сформульовано в методичних вказівках;
- 1 бал — за знання теоретичного матеріалу та вірні відповіді на контрольні запитання.

Підсумкова оцінка складається з балів, які отримані студентом протягом семестру при роботі з дистанційним курсом «Системи автоматичного контролю та управління» згідно з встановленими на сайті критеріями оцінювання, та балів, отриманих на іспиті.

Екзаменаційна оцінка підраховується як сума оцінок по кожному з екзаменаційних запитань, які входять до складу екзаменаційного білета, та не може перевищувати 40 балів. Максимальна кількість балів по кожному запитанню вказана у білеті. При оцінюванні відповіді враховується її повнота, розуміння тематичного матеріалу, навички практичної роботи та наявність помилок у відповіді.

Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену.

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
Розділ 1							
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	КР №1	
		6	6			6	18
Розділ 2							
Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	КР №2			
6		6		6			18
Розділ 3							
Тема 11	Тема 12	Тема 13	Тема 14	Тема 15	Тема 16		
6	6	6		6			24
Разом							60
Іспит							40
Всього							100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70 – 89	добре	
50 – 69	задовільно	
1 – 49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Боборыкин А.В., Липовецкий Г.П и др. Однокристалльные микроЭВМ: справочник. — М.: МИКАП, 1994. – 400 с.
2. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. — М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
3. Журавель Ю.А., Рева С.Н., Программирование микроконтроллеров серии МК51: методические указания к лабораторным работам по курсу «Принципы проектирования систем автоматического управления». — Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. – 60 с.

Допоміжна література

1. Клаасен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. — М.: Постмаркет, 2000. – 352 с.
2. Харт Х. Введение в измерительную технику: перевод с нем. — М.: Мир, 1999. – 391 с.
3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: справочное руководство, перевод с нем. — М.: Мир, 1982. – 512 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відеолекції, інше методичне забезпечення

1. Курс «Системи автоматичного контролю та управління»: [Електронний ресурс] // ИНСТИТУТ ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАОЧНОГО (дистанционного) ОБУЧЕНИЯ Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина, 2011-2017. URL: <http://dist.karazin.ua>.
2. Википедия: [Електронний ресурс]. // Wikipedia the free encyclopedia, 2001-2017. URL: <https://ru.wikipedia.org>.
3. Дорофеев Кирилл, Копытин Сергей. Новые возможности в интегрированной среде разработки Keil ?Vision4:[Електронний ресурс] // Компоненты и технологии, 2011-2014. URL: http://www.kit-e.ru/articles/micro/2009_10_62.php.
4. Проектирование человеко-машинных интерфейсов:[Електронний ресурс] // Учебно-методические материалы для студентов кафедры АСОИУ, 2007 — 2017. URL: <http://www.4stud.info/user-interfaces/ui-design-intro.html>.