

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)



РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування вбудованих систем цифрової обробки сигналів

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник: Мазуренко О.В., доцент кафедри 501, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 501 аерокосмічних радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 12/20-21 від « 25 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

С.С. Жила
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 7	<p style="text-align: center;">Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації» <small>(шифр та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Спеціальність 172 – «Телекомунікації та радіотехніка» <small>(код та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Освітня програма «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси» <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 210		2-й
кількість годин аудиторних занять*) - 64/ загальна кількість годин -210		Лекції*)
		40 годин
		Практичні, семінарські*)
		24 годин
		Лабораторні*)
	–	
	Самостійна робота	
	146 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/146.

*) Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: вивчення методів програмної реалізації основних найбільш розповсюджених процедур цифрової обробки інформації, які зустрічаються в радіотехнічних системах різного призначення: РТС радіолокації, керування, зв'язкових системах.

Завдання: вивчення апаратних особливостей сучасних цифрових обчислювальних пристроїв, що застосовуються в РТС, розширення знань студентів в області цифрової схемотехніки та програмування обчислювальних пристроїв.

Компетентності, які набуваються:

- здатність аналізувати, оцінювати наявну інформацію в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.
- здатність генерувати нові ідеї (креативність), знаходити оптимальні шляхи щодо їх реалізації.
- здатність до самостійного пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності.
- здатність застосовувати отримані знання у практичній роботі.
- навички роботи з ПК.
- здатність продемонструвати та використовувати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для підтримки проектних і дослідницьких рішень.
- здатність використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій для обробки та аналізу даних.
- здатність продемонструвати знання сучасної елементної бази радіоелектроніки і вміння її використовувати.
- здатність до аналізу, розрахунку та синтезу схемотехнічних рішень для радіоелектронних пристроїв та систем, мікрохвильової та антенної техніки.
- здатність застосовувати знання методів обробки інформації в сучасних електронних системах та демонструвати вміння проектування, розрахунку та програмування мікропроцесорних електронних засобів та систем.
- здатність і вміння проведення досліджень у галузі обробки цифрових та аналогових сигналів і зображень.
- здатність розробляти робочу проектну й технічну документацію, оформляти закінчені проектно-конструкторські роботи в галузі радіоелектроніки з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

Очікувані результати навчання:

- вміти аналізувати інженерні задачі, процеси і системи; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; застосовувати необхідний математичний апарат та алгоритми при дослідженні та проектуванні радіотехнічних пристроїв, систем та комплексів.
- знати призначення, принципи побудови та структуру інформаційно-вимірjuвальних радіонавігаційних систем та комплексів, радіотехнічних систем управління і наведення, бортових багатофункціональних радіолокаційних комплексів, радіолокаційних систем з синтезованою апертурою, систем радіобачення.
- знати базові методи цифрової обробки сигналів (у тому числі – просторово-часових) та зображень (у тому числі – теплових та радіозображень), які застосовуються в радіоелектронних системах різного призначення - РТС радіолокації і навігації, РТС ДЗ, телевізійних системах, системах керування та зв'язку; вміти здійснювати програмну реалізацію найбільш розповсюджених процедур обробки сигналів та зображень.
- Знати і вміти використовувати загальні положення права інтелектуальної власності, її інститутів, понять та видів об'єктів і суб'єктів права інтелектуальної власності, підстав виникнення, умов і порядку використання її результатів, порядку та способів захисту порушених прав.

Пререквізити: “Вища математика”, “Фізика”, “Теорія електричних кіл”, “Сигнали та процеси”, “Цифрова обробка сигналів”, “Електродинаміка та розповсюдження радіохвиль”, “Статистична теорія радіотехнічних систем”

Кореквізити: «Цифрова обробка радіолокаційної інформації», «РТС управління і наведення»

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Апаратні особливості мікроконтролерів серії AVR.

ТЕМА 1. Вступ до дисципліни

Предмет вивчення, цілі та завдання дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Основні відомості про цифрові радіотехнічні системи. Переваги та недоліки.

ТЕМА 2. Використання мікро-ЕОМ в системах цифрової обробки інформації

Області застосування мікроконтролерів (МК). Фон-нейманівська та Гарвардські архітектури мікро-ЕОМ, переваги та недоліки. Порівняльні характеристики сучасних МК.

ТЕМА 3. Апаратні особливості та архітектура AVR-мікроконтролерів

Призначення виводів AVR-МК, схема включення. Функціональна схема МК. Призначення основних блоків, логіка роботи МК. Джерела перезавантаження МК, реєстр статусу МК. Зовнішнє перезавантаження МК, перезавантаження по

сигналу сторожового таймера, перезавантаження при зниженні напруги живлення, перезавантаження по сигналу внутрішньосхемного емулятора.

ТЕМА 4. Організація ЗП. Простір вводу\виводу AVR-мікроконтролерів

Організація ОЗП та ПЗП МК. Регістровий файл МК. Регістри непрямої адресації. Організація підпрограм, поняття стеку. Простір вводу\виводу. Основні регістри МК: регістр статусу, вказівник стеку.

ТЕМА 5. Порти вводу\виводу AVR-мікроконтролерів

Організація портів вводу\виводу. Регістри керування та даних портів МК. Схемотехнічні особливості організації портів. Альтернативні функції портів. Поняття брязкоту контактів датчиків з механічними контактами. Особливості підключення датчиків з механічними контактами до портів вводу\виводу МК. Методи усунення брязкоту контактів: програмні й апаратні.

ТЕМА 6. Переривання та їх обробка

Поняття переривання. Таблиця векторів переривань, обробка переривань. Зовнішні переривання. Загальний регістр керування перериваннями та регістр прапорців зовнішніх переривань.

ТЕМА 7. Формування часових інтервалів за допомогою МК

Метод програмних циклів (робота МК в режимі програмного лічильника). Таймери\лічильники (T0, T1) МК. Режими роботи таймерів\лічильників. Регістри керування таймерами\лічильниками 0, 1. Регістр масок та регістр прапорців переривань від таймерів\лічильників. Обробка переривань. Система реального часу МК, таймер\лічильник 2 (T2).

ТЕМА 8. Аналоговий компаратор МК та обмін даними з ПЗП

Компаратор сигналів, режими роботи. Регістри керування аналоговим компаратором. Переключення входів аналогового компаратора. Обробка переривань компаратора.

Обмін даними з ПЗП даних, захист даних ПЗП від руйнування.

ТЕМА 9. Аналого-цифрові перетворювачі

Типи АЦП вбудованих систем. АЦП AVR-мікроконтролерів, принцип роботи АЦП послідовного приближення, основні характеристики, режими роботи, регістри даних та керування. Особливості стартового перетворення, вибір джерел автозапуску АЦП. Особливості механізму зчитування результату перетворення.

Змістовний модуль 2. Приклади програмної реалізації алгоритмів цифрової обробки інформації в РТС.

ТЕМА 10. Засоби та способи відображення інформації

Типи індикаторів. Семисегментні світлодіодні індикатори. Основні характеристики. Особливості схемної реалізації систем відображення інформації на основі світлодіодних індикаторних пристроїв. Статична та динамічна індикація.

Принцип дії рідкокристалічних індикаторів (РКІ). Способи підключення символічних РКІ до керуючої мікроконтролерної системи. Система команд

контролера РКІ HD44780 (KS066). Особливості програмної реалізації 8-розрядного та 4-розрядного інтерфейсу зв'язку МК-РКІ.

ТЕМА 11. Інтерфейси зв'язку МК з периферійними пристроями та ПК

Послідовний інтерфейс зв'язку з ПК RS-232C. Універсальний асинхронний прийомо-передавач (УАПП). Регістри керування УАПП. Режими передачі даних (8-, та 9-бітний режим). Апаратна перевірка контрольної суми (біт парності). Послідовний інтерфейс зв'язку з периферійними пристроями SPI. Послідовний інтерфейс зв'язку з периферійними пристроями I2C.

ТЕМА 12. Засоби захисту програмного забезпечення МК

Засоби захисту програм від несанкціонованого доступу. Захист від збоїв в роботі МК. Особливості роботи МК в режимі сторожового таймера.

ТЕМА 13. Приклади програмної реалізації алгоритмів цифрової обробки в РТС прийому та обробки інформації

Особливості програмної реалізації цифрової узгодженої фільтрації на основі МК (узгоджена фільтрація сигналів в часовій області).

Особливості програмної реалізації цифрової селекції рухомих цілей. Цифровий фільтр черезперіодного віднімання сигналів.

ТЕМА 14. Приклади програмної реалізації алгоритмів цифрової обробки в РТС зв'язкового типу

Програмна реалізація алгоритмів завадостійкого кодування CRC16 та CRC32. Табличний алгоритм кодування інформації.

ТЕМА 15. Перспективи розвитку обчислювальних пристроїв

Принципи побудови сучасних сигнальних процесорів (ЦСП) та програмованих логічних інтегральних схем (ПЛМ). Перспективні напрямки розвитку обчислювальних пристроїв.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Апаратні особливості мікроконтролерів серії AVR					
ТЕМА 1. Вступ до дисципліни	2	2	-	-	-
ТЕМА 2. Використання мікро-ЕОМ в системах цифрової обробки інформації	4	2	-	-	-
ТЕМА 3. Апаратні особливості та архітектура AVR-мікроконтролерів	12	8	-	-	4
ТЕМА 4. Організація ЗП. Простір вводу\виводу AVR-мікроконтролерів	16	4	2	-	10
ТЕМА 5. Порти вводу\виводу AVR-мікроконтролерів	18	2	4	-	12
ТЕМА 6. Переривання та їх обробка	18	2	4	-	12
ТЕМА 7. Формування часових інтервалів за допомогою МК	20	4	2	-	14
ТЕМА 8. Аналоговий компаратор МК та обмін даними з ПЗП	15	2	-	-	15
ТЕМА 9. Аналого-цифрові перетворювачі	20	4	2	-	14
Модульний контроль	2	-	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1	116	22	14	-	80
Змістовий модуль 2. Приклади програмної реалізації алгоритмів цифрової обробки інформації в РТС					
ТЕМА 10. Засоби та способи відображення інформації	18	2	2	-	14
ТЕМА 11. Інтерфейси зв'язку МК з периферійними пристроями та ПК	20	4	2	-	12
ТЕМА 12. Засоби захисту програмного забезпечення МК	4	2	2	-	-
ТЕМА 13. Приклади програмної реалізації алгоритмів цифрової обробки в РТС прийому та обробки інформації	19	3	2	-	14
ТЕМА 14. Приклади програмної реалізації алгоритмів цифрової обробки в РТС зв'язкового типу	20	4	2	-	14
ТЕМА 15. Перспективи розвитку обчислювальних пристроїв	2	2	-	-	-
Модульний контроль	2	-	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2	94	18	12	-	66
Усього годин	210	40	24	-	146

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системи числення, які застосовуються в цифровій техніці, переведення чисел з однієї системи числення в іншу	1
2	Арифметичні дії в двійковій системі числення. Використання кодів (зворотного, додаткового) для виконання арифметичних дій в двійковій системі числення	1
3	Ознайомлення з середовищем написання та відлагодження програмного забезпечення для мікроконтролерів AVR Studio. Написання першої програми на мові програмування Асемблер	2
4	Вивчення основних арифметичних та логічних команд Асемблера	6
5	Програма роботи з портами мікроконтролера. Ввід та вивід цифрової інформації	2
6	Особливості підключення датчиків з механічними контактами до портів мікроконтролера. Робота з матричною клавіатурою	2
7	Методи програмної реалізації часових інтервалів за допомогою мікроконтролерів. Приклади програм.	2
8	Вивід інформації на світлодіодний індикатор, семи сегментний світлодіодний індикатор. Принципи статичної та динамічної інформації. Приклади програм	2
9	Вивід інформації на РКІ. Внутрішня будова контролера РКІ (HD44780), система команд. Процедура ініціалізації контролера РКІ	2
10	Програмна реалізація цифрової фільтрації за допомогою мікроконтролера (цифровий медіанний фільтр)	4
	Разом	24

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Арифметичні та логічні команди асемблера AVR-МК	14
2	Команди пересилки даних	14
3	Команди роботи з бітами	14
4	Команди розгалуження	14
5	Середовище для розробки програмного забезпечення AVR-МК – AVR Studio	20
6	Принципи побудови сучасних інтегральних АЦП, основні характеристики, типи, переваги та недоліки	14
7	Типи РКІ. Рефлективні, трансмісивні та трансрефлективні РКІ. Основні характеристики. Системи команд.	14
8	Інтерфейс підключення МК до локальної мережі периферійних пристроїв RS-485	14
9	Застосування в системах керування та програмне формування за допомогою мікроконтролерів сигналів з широтно-імпульсною модуляцією	14
10	Особливості архітектури сучасних цифрових сигнальних процесорів	14
	Разом	146

7. Методи навчання

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

8. Методи контролю

Проведення поточного контролю (написання контрольних робіт), проведення письмового модульного контролю, заключний контроль у вигляді іспита.

9. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	2...5	8	15...25
Модульний контроль	25	1	15...25
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	2...5	6	15...25
Модульний контроль	25	1	15...25
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з двох теоретичних питань на перевірку засвоєних знань і практичного завдання, яке складається з чотирьох задач, на перевірку одержаних вмінь та навичок.

Кількість балів за теоретичні питання – по 25 балів. Кількість балів за практичне завдання – 50 балів. Усього можливо отримати 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно переводити числа з однієї системи числення в іншу, представляти знакові числа в прямому, зворотному та додатковому кодах. Знати призначення основних вузлів мікропроцесорних пристроїв.

Добре (75 - 89). Твердо демонструвати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем термін з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати складні програми

мікропроцесорних пристроїв, вміти скласти технічне обґрунтування вибору мікропроцесорного пристрою для вирішення поставленої задачі.

Відмінно (90 - 100). Демонструвати повне знання основного та додаткового матеріалу. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти писати складні програми для мікропроцесорних пристроїв. Безпомилково виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем термін з докладним обґрунтуванням рішень та заходів для вирішення завдань, які запропоновано у роботах.

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

10. Методичне забезпечення

1. Барышев И.В. Прикладные вопросы цифровой обработки информации. Часть 1. Применение микроконтроллеров в РТС сбора, обработки и передачи информации / И.В. Барышев, А.В. Мазуренко, О.А. Горбуненко. – Харьков: ХАИ, 2006. – 112 с.
2. Сайт кафедри: k501.xai.edu.ua

11. Рекомендована література

Базова

1. Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. С-Пб.: «БХВ-Петербург», 2001. – 464с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А.В. Евстифеев. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 560 с.
3. Лебедев М.Б. CodeVisionAVR: пособие для начинающих / М.Б. Лебедев. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 592 с.
4. Болл Стюарт Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Стюарт Болл. – М.: Додэка-XXI, 2007. – 360 с.
5. Бродин В.Б. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики / В.Б. Бродин, А.В. Калинин. – М.: ЭКОМ, 2002. – 400 с.
6. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы Altera. Проектирование устройств обработки сигналов / В.Б. Стешенко. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2000. – 128 с.

Допоміжна

1. Куприянов М.С. Цифровая обработка сигналов. Процессоры, алгоритмы, средства проектирования / М.С. Куприянов, Б.Д. Матюшкин. – СПб.: Политехника, 1998. – 592 с.
2. Проектирование встроенных систем на микроконтроллерах STMicroelectronics / Е.В. Бабешко, А.В. Желтухин, В.А. Куланов, А.В. Мазуренко, Поль Мпандо, А.А. Орехов, В.С. Харченко, М.Э. Яновский. Под ред. В.С. Харченко, А.А. Орехова. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2007. – 197 с.
3. Трамперт В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR-микроконтроллеров.: пер. с нем / Вольфганг Трамперт. – К.: «МК-Пресс», 2006. – 208 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Вступ до програмування AVR-МК: <http://www.avr-tutorials.com/assembly/basics-assembly-language>
2. Програмування AVR-МК на мові Сі: <http://easyelectronics.ru/avr-uchebnyj-kurs-programirovanie-na-si-chast-1.html>
3. Сайт бібліотеки університету <https://library.khai.edu/>