

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Архітектура і програмування ARM

Освітня програма Бакалавр
Галузь знань 12 Інформаційні технології
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “30” серпня 2021 р.

Івано-Франківськ – 2021 рік

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація про викладача і дисципліну

Назва дисципліни	Архітектура і програмування ARM
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти
Викладач	Доцент, кандидат технічних наук Голота Віктор Іванович
Контактний телефон викладача	(0342) 59-60-07
Е-mail викладача	victor.holota@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua
Консультації	Відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки

2. Анотація до курсу

Дисципліна “Програмування і архітектура ARM” належить до переліку вибірових навчальних дисциплін за освітнім рівнем «бакалавр», що пропонуються в рамках циклу загальної і професійної підготовки студентів за освітньо-професійною програмою “Комп’ютерна інженерія”. Вона забезпечує формування у студентів науково-дослідницьких і професійно-орієнтованих компетенцій. Предметом вивчення навчальної дисципліни є архітектура мікроконтролерів (МК) з ядром процесора ARM, засоби побудови і налаштування програм, особливості програмування процесора ARM CORTEX M0 і МК STM32F1 на мові асемблера і мові програмування Сі.

Силабус навчальної дисципліни “Програмування і архітектура ARM” складений відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності 123 “Комп’ютерна інженерія”.

3. Мета та цілі курсу

Мета: сформувати у студентів сучасні теоретичні уявлення та практичні знання з архітектури та програмування МК STM32 з ядром процесора ARM CORTEX M.

Завдання: вивчення сучасного стану МК з ядром процесора ARM CORTEX, організації апаратного і програмного середовища, архітектури процесора ARM CORTEX M, архітектури МК STM32, особливостей завантаження і виконання програм, специфіки інструкцій та програмування на мовах асемблера і C/C++ для МК STM32, системи винятків та переривань, програмування пристроїв та інтерфейсів GPIO, UART, 1-wire, I2C, SPI, ADC, DAC.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку МК з ядром ARM CORTEX;
- архітектуру процесора ARM CORTEX і його програмну модель;
- інструментальні засоби і програмне середовище розроблення програм для МК STM32 з ядром ARM CORTEX M;
- синтаксис і інструкції асемблера ARM CORTEX M;

- особливості написання програм на мові Сі для МК STM32 з ядром ARM CORTEX M;
- оброблення виняткових ситуацій для ARM CORTEX M;
- звичайні і вкладені переривання, керуючі і статусні регістри ARM CORTEX M;
- пристрої введення/виведення та інтерфейси GPIO, UART, 1-wire, I2C, SPI, ADC/DAC STM32F1.

вміти:

- вибирати потрібну модель МК з ядром CORTEX в залежності від особливостей розв'язуваної задачі;
- розробляти алгоритми, реалізовувати і налагоджувати програми на асемблері процесора ARM CORTEX;
- розробляти алгоритми, реалізовувати і налагоджувати програми на мові C/C++ для МК STM32F1;
- обробляти винятки і переривання з врахуванням їхнього пріоритету;
- програмувати пристрої введення/виведення та інтерфейси GPIO, UART, 1-wire, I2C, SPI, ADC, DAC.

4. Результати навчання (компетентності)

Інтегральна

- І. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності в комп'ютерній галузі або навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні

- Z1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Z2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові)

- P2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- *Здатність розробляти і налагоджувати програми на мовах асемблера і C/C++ для мікропроцесорів STM32 з ядром ARM CORTEX M.*

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			30		
семінарські заняття / практичні / <u>лабораторні</u>			30		
самостійна робота			120		
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)		Нормативний/ вибірковий	
4	123 Комп'ютерна інженерія	4		вибірковий	
Тематика курсу					
Тема	Форма	Література	Кількість	Вага	Термін

	заняття, год.		годин	оцінки	виконання
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Архітектура процесорів ARM CORTEX та МК STM32	лекція	[4-6,8,10-12]	2	2	Згідно розкладу
Тема 2. Програмне забезпечення процесора ARM та МК STM32.	лекція	[1-3,7]	2	2	Згідно розкладу
Тема 3. Асемблер процесора ARM.	лекція	[1-3,7]	2	2	Згідно розкладу
Тема 4. Набір інструкцій процесора ARM.	лекція	[4-6,8,10-12]	2	2	Згідно розкладу
Тема 5. Винятки і переривання. Контролер переривань NVIC		[4-6,8,10-12]	2	2	Згідно розкладу
Тема 5. Мова програмування C/C++ для STM32.	лекція	[1-3,7]	2	2	Згідно розкладу
Тема 6. Масиви, структури, вказівники, виклики функцій в мові C/C++ для МК STM32.	лекція	[1-3,7]	2	2	Згідно розкладу
Тема 7. Конфігурація STM32. Порти введення виведення GPIO STM32.	лекція	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Модульний контроль 1			2		Згідно розкладу
Змістовий модуль 2					
Тема 8. Асинхронний послідовний інтерфейс UART.	лекція	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 9. Інтерфейс SPI.	лекція	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 10. Інтерфейс UART.	лекція	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 11. Протокол I2C.	лекція	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 12. Таймери.	лекція	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 13. АЦП/ЦАП перетворення.	лекція	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Модульний контроль 2			2		Згідно розкладу

Практичний модуль					
Тема 1. Апаратні та програмні засоби для МК STM32F1 з ядром ARM CORTEX.	лаб. роб.	[15,16]	2	2	Згідно розкладу
Тема 2. Асемблер. Інструкції процесора CORTEX M.	лаб. роб.	[4-6,8,10-12]	2	2	Згідно розкладу
Тема 3. Асемблер. Робота із стеком.	лаб. роб.	[4-6,8,10-12]	2	2	Згідно розкладу
Тема 4. Асемблер. SysTick, переривання.	лаб. роб.	[4-6,8,10-12]	2	2	Згідно розкладу
Тема 5. Асемблер. Таймери, табличні переходи	лаб. роб.	[4-6,8,10-12]	2	2	Згідно розкладу
Тема 6. Структура C/C++ програми і її елементи.	лаб. роб.	[1-3,7]	4	2	Згідно розкладу
Тема 7. Типи даних C/C++. Масиви, структури, вказівники.	лаб. роб.	[1-3,7]	2	2	Згідно розкладу
Тема 8. Винятки і переривання.	лаб. роб.	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 9. Порти введення виведення GPIO STM32F1.	лаб. роб.	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 10. Таймери.	лаб.роб.	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 11. Інтерфейс 1-wire.	лаб.роб.	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 12. Інтерфейс SPI.	лаб.роб.	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 13. Інтерфейс I2C.	лаб.роб.	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 14. Аналого-цифрові перетворення ADC.	лаб.роб.	[5,13-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 15. Цифро-аналогові перетворення DAC.	лаб.роб.		2	2	Згідно розкладу
Самостійна робота					
Тема 1. Прямий доступ до пам'яті DMA.	самостій на робота	[1-16]	8	3	Згідно розкладу
Тема 2. Типи пам'яті МК STM32.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 3. Захист прошивки МК від копіювання.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 4. Завантажувач.	самостій	[1-16]	10	3	Згідно

	на робота				розкладу
Тема 5. Апаратне обчислення контрольної суми CRC32.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 6. Сторожовий таймер.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 7. Внутрішні канали АЦП.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 8. Калібрування годинника реального часу.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 9. Режим низького енергоспоживання.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 10. Інтерфейс Wi-Fi.	самостій на робота	[1-16]	10	3	Згідно розкладу
Тема 11. Інтерфейс LORA.	самостій на робота	[1-16]	10	5	Згідно розкладу
Тема 12. Інтерфейс CAN.	самостій на робота	[1-16]	10	5	Згідно розкладу
Контроль самостійної роботи			2		Тиждень КСР
Підсумковий контроль (залік)				100	Згідно розкладу

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу
<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль (сума балів за окремий змістовий модуль)</i> проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуаційні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі заліку.</p> <p><i>Залік</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом</p>

теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.

Шкала оцінювання: національна та 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		
26-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

7 Політика курсу

Студент зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.

Пропущена лекція відпрацьовується студентом самостійно і оформляється як короткий конспект за темою заняття.

Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінюються викладачем.

У випадку, коли студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів.

Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Академічна доброчесність здобувачами вищої освіти передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання;
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої)

діяльності, використанні методики досліджень і джерелі інформації.

Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, семестрового, підсумкового контролю.

Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, семестрового, чи підсумкового контролю.

8 Рекомендована література

Основна

1. Ю.В. Федосов, А.С. Шубин. Cortex M4. Лабораторний практикум. Санкт-Петербург: Издательство ИТМО, 2020. – 68 с.

2. Козаченко В.Ф., Анучин А.С., Алякин Д.И., Жарков А.А., Лашкевич М.М., Савкин Д.И., Шпак Д.М. Практический курс микропроцессорной техники на базе процессорных ядер ARM CORTEX M3/M4/M4F. Учебное пособие – под общ. ред. В.Ф. Козаченко. – М.: Издательство МЭИ, 2019.

3. В.Чихіра, А.Г. Микитишин. Конспект лекцій з дисципліни «Програмування систем реального часу» напрям підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладачі: Чихіра І.В., Микитишин А.Г. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2016. – 76 с.

4. Огородников И.Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3: учеб. пособие / И. Н. Огородников. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 116 с.

5. В.И. Бугаев, М.П. Мусиенко, Я.М. Крайнык Лабораторный практикум для изучения микроконтроллеров архитектуры ARM Cortex-M4 на базе отладочного модуля STM32F4 Discovery / Бугаев В.И., Мусиенко М.П., Крайнык Я.М. – Москва-Николаев: МФТИ-ЧГУ, 2013. – 71 с.

6. Джозеф Ю. Ядро CORTEX-M3 компании ARM. Полное руководство. / Пер. С англ. А.В. Евстифеев. – Москва: Додэка, 2012 – 530 с.

7. Юрий Магда. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM. М: ДМК-Пресс, 2012. – 168 с.

Додаткова

8. Mark Fisher. ARM Cortex M4 Cookbook. Birmingham-Mumbai: Pact publishing. – 2016. – 249 p.

9. Discovering the STM32 Microcontroller. Geoffrey Brown Discovering the STM32 Microcontroller. – 2016. – 244 p.

10. Ata Elahi, Trevor Arjeski. ARM Assembly Language with Hardware Experiments. – New Haven (USA): Springer, 2015. – 139 p.

11. Joseph Yiu. The definitive guide to the ARM Cortex-M3. 3rd ed. – Cambridge (UK): Elsevier, 2014, 818 p.

12. William Hohl, Chrispofer Hinds. ARM assembly language. 2nd ed. – Austin (USA): CRC press. – 2014, 420 p.

Інформаційні ресурси

13. Мікроконтролер STM32 [Електронний ресурс] / Discovering STM32 Microcintroller. – Режим доступу: <https://legacy.cs.indiana.edu/~geobrown/book.pdf>, вільний. – Загол. з екрану.

– Мова англ.

14. Сайт фірми STM [Електронний ресурс] / Microcontrollers & Microprocessors. – Режим доступу: <https://www.stm.com>, вільний. – Загол. з екрану. – Мова англ.

15. Програмування мікроконтролерів STM32 [Електронний ресурс] / Программирование МК STM32. – Режим доступу <https://narodstream.ru>, вільний. – Загол. з екрану. – Мова рос.

16. Процесори ARM Cortex [Електронний ресурс] / Processor IP. – Режим доступу: <https://www.arm.com>, вільний. – Загол. з екрану. – Мова англ.

Викладач



Голота В.І.