

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіоелектронних і комп'ютерних систем

Затверджено

На засіданні кафедри радіоелектронних і
комп'ютерних систем
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол №1/24 від 28 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри _____  Ігор ОЛЕНИЧ

Силабус

з навчальної дисципліни

«Низькорівнева архітектура обчислювальних систем»,

що викладається в межах ОП «Комп'ютерні науки»

другого (магістерського) рівня вищої освіти

для здобувачів зі спеціальності

122 – Комп'ютерні науки

Назва дисципліни	Низькорівнева архітектура обчислювальних систем
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра радіоелектронних і комп'ютерних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – Інформаційні технології, 122 – Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Флюнт Орест Євгенович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри радіоелектронних і комп'ютерних систем
Контактна інформація викладачів	www.electronics.lnu.edu.ua http://electronics.lnu.edu.ua/employee/fliunt-orest-yevhenovych м. Львів, вул. Драгоманова, 50
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю): кімн. 103, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. Драгоманова, 50. Також можливі онлайн консультації через MS Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://electronics.lnu.edu.ua/course/nyzkorivneve-prohramuvannya
Інформація про дисципліну	Основними завданнями вивчення вибіркової дисципліни “Низькорівнева архітектура обчислювальних систем” є забезпечити знайомство студентів з архітектурою, структурою, параметрами 8-бітних мікроконтролерів PIC; мікроконтролерів середнього рівня, мовою асемблера, засобами проектування та розробки програмного забезпечення мовою асемблера та C. Вивчення архітектури та будови 32 розрядних мікроконтролерів буде проходити та основи мікроконтролерів STM32. Освоєння програмування мікроконтролерів буде проходити за допомогою інтегрованого середовища розробки Coocox. Студенти отримають базові знання, як про апаратні, так і програмні засоби для створення спеціалізованих комп'ютерних систем.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна „Низькорівнева архітектура обчислювальних систем” є вибірковою дисципліною з спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми аспірантів, яка викладається в 1-му семестрі навчання в обсязі 7 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	<i>Метою</i> вивчення вибіркової дисципліни „Низькорівнева архітектура обчислювальних систем” є ознайомлення студентів із сучасними методами, підходами та інструментами проектування та розробки сучасних спеціалізованих комп'ютерних систем на основі як 8-бітних мікроконтролерів середнього рівня, так і потужних 32-розрядних мікроконтролерів. <i>Цілями</i> цієї дисципліни є вивчення теоретичних основ та набуття певних практичних вмінь і навичок для проектування структури сучасних спеціалізованих комп'ютерних систем на основі мікроконтролерів, вміння

	налагоджувати обмін інформацією через порти вводу-виводу між різними вузлами і сенсорами різних фізичних і хімічних величин, використовувати протоколи пересилання даних (UART, 1-Wire, I2C і ін.)
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p style="text-align: center;">Основна література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Комп'ютерні системи реального часу, навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою "Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи" спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / В. Г. Зайцев, Є. І. Цибаєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 4Мбайт). -Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.-162 с. 2. Тарарака В. Д. Архітектура комп'ютерних систем: навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 383 с. 3. Матвієнко, М. П. Архітектура комп'ютера [Текст]: рек. МОНмолодьспорту України як навч. посібник для студ. ВНЗ/ М. П. Матвієнко, В. П. Розен, О. М. Закладний; МОНмолодьспорту України. – К.: Ліра-К, 2016. – 263, [1] с : табл., рис. – Бібліогр.: с. 261–263. 4. Microchip Technology Inc Home. --www.microchip.com 5. MPLAB® Integrated Development Environment http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/devtools/mplab/home.html 6. PIC Microcontrollers – Programming in C___– Milan Verle http://learn.mikroe.com/ebooks/picprogramming/ 7. STMicroelectronics www.st.com 8. Голотенко О. С. Конспект лекцій з дисципліни «Архітектура комп'ютерних систем». Тернопільський НТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 123 с. <p style="text-align: center;">Додаткова література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наливайко О. М. Мікропроцесорні пристрої. – Краматорськ: «Донбаська державна машинобудівна академія», 2012. – 153 с. 2. Мікропроцесорна техніка. Друге видання. Доповнене./ Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол, В. Я. Жуйков, Ю. С. Петергеря. За ред. Т. О. Терещенко. – Київ, 2004. – 440 с. 3. Liu Detal. Designand controlofintel ligent robotic system. Studiesin Computational Intelligence. Springer, 2009. – 480 p.
<p>Обсяг курсу</p>	<p>48 години аудиторних занять. З них 32 годин лекцій, 16 годин лабораторних робіт. 42 години самостійної роботи.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знати: архітектуру та структуру 8-розрядних мікроконтролерів PIC16, асемблер 8-розрядних мікроконтролерів MPASM, систему команд RISC, архітектуру та структуру 32-бітних мікроконтролерів STM32 Microelectronics, CortexM3/M4 мікроконтролерів; також стандартну бібліотеку вводу/виводу для мікроконтролерів Cortex M3/M4 CMSIS; існуючі алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук; методи планування та реалізації процесів розробки інформаційних і

комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.

- **Вміти** використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області; збирати та аналізувати дані (включно з великими) для забезпечення якості проектних рішень; розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог із урахуванням наявних ресурсів і обмежень; створювати прості програми для мікроконтролерів Microchip та STMicroelectronics, моделювати роботу мікроконтролерів за допомогою програмних засобів, відлагоджувати написані для мікроконтролерів програми в інтегрованих середовищах розробки MrLabX та CoCoX, записувати програмні коди в мікроконтролери.

Після вивчення курсу здобувачі набудуть таких компетентностей і програмних результатів:

СК3. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.

СК4. Здатність збирати та аналізувати дані (включно з великими) для забезпечення якості проектних рішень.

СК6. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.

СК7. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог із урахуванням наявних ресурсів і обмежень.

СК10. Здатність оцінювати та забезпечувати якість ІТ-проектів, інформаційних і комп'ютерних систем різного призначення, застосовувати міжнародні стандарти оцінки якості програмного забезпечення інформаційних і комп'ютерних систем, моделі оцінки зрілості процесів розробки інформаційних і комп'ютерних систем.

СК11. Здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних і комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.

СК12. Здатність поєднувати програмні підходи з оптимальними апаратними рішеннями та базовими знаннями електроніки у створенні інтелектуальних, високорівневих вбудованих та спеціалізованих комп'ютерних систем.

РН10. Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

РН11. Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

РН15. Виявляти потреби потенційних замовників щодо автоматизації обробки інформації.

РН17. Виявляти та усувати проблемні ситуації в процесі експлуатації програмного забезпечення, формулювати завдання для його модифікації або реінжинірингу.

РН18. Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується.

РН20. Володіти методами та засобами штучного інтелекту, інженерії та аналізу даних, розпізнавання образів і адаптивного опрацювання інформації, аналізу та обробки природної мови, моделювання та оптимізації.

РН21. Створювати нові системи даних, високорівневі вбудовані системи,

	спеціалізовані комп'ютерні системи та інтелектуальні системи із застосуванням базових знань апаратного і програмного забезпечення мікроконтролерів і мікрокомп'ютерів.
Ключові слова	Вільне спеціальне програмне забезпечення MpLabX IDE компанії Microchip (в тому числі симулятор роботи мікроконтролерів PIC MPASM-SIM), середовище STM32 Cube MX з безкоштовною ліцензією, вільне середовище Coocox CoIDE, макетні плати з мікроконтролерами серії PIC16, макетні плати STM32F4DISCOVERY і ін.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій для кращого розуміння тем
Теми	Теми лекцій та список лабораторних робіт подані у формі схеми курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік вкінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань у галузі 12 – Інформаційні технології, зокрема з таких курсів: “Вища математика”, “Програмування та алгоритмічні мови”.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, лабораторні роботи, модульне тестування рівня знань.
Необхідне обладнання	Вільне спеціальне програмне забезпечення MpLabX IDE, STM32 Cube MX і ін.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 16 лабораторних робіт: 64% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $16 \times 4 = 64$. • 2 контрольні заміри (модулі): 36% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $2 \times 18 = 36$. <p>Курс завершується підбиттям підсумків успішності на заліку. Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Студенти повинні самостійно виконати ряд лабораторних робіт. Відсутність у звітах до лабораторних робіт, а також в контрольних роботах посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до заліку чи екзамену	Наводиться перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань на веб-сторінці https://e-learning.lnu.edu.ua/pluginfile.php/514318/mod_resource/content/1/ACS_questions.pdf
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу (перелік лекцій)

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма заняття	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
Змістовий модуль 1. Архітектура та будова мікроконтролерів Мікрочіп. Асемблер мікроконтролерів PIC16. Засоби розробки програмного забезпечення та симуляції роботи мікроконтролерів					
1.	Тема 1. Мікроконтролери. Архітектура, структура, параметри. Їхнє призначення та можливості. Фон-нейманівська і гарвадська архітектури.	лекція		2	
2.	Тема 2. Архітектура RISC і CISC. Програмування мікроконтролерів мовою асемблера.	лекція		2	
3.	Тема 3. Програмні засоби розробки програм для мікроконтролерів Мікрочіп. Інструменти симуляції роботи мікроконтролерів.	лекція		2	
4.	Тема 4. Встановлення програми проектування та симуляції мікроконтролерів Мікрочіп MplabX.	лекція		2	
5.	Тема 5. Архітектура, параметри, периферія мікроконтролера PIC16F84A	лекція		2	
6.	Тема 6. Асемблер мікроконтролера PIC16F84A	лекція		2	
7.	Тема 7. Програмування портів мікроконтролера PIC16F84A	лекція		2	
8.	Тема 8. Регістри тактового генератора. Схема включення та налаштування тактової частоти та типу резонатора.	лекція		2	
9.	Тема 9. Асинхронне передавання інформації між мікроконтролерами PIC16	лекція		2	
10.	Тема 10. Програмування вбудованих компараторів PIC16 F84A	лекція		2	
	Разом – зм. модуль 1			20	
Змістовий модуль 2. Архітектура 32 розрядних мікроконтролерів STM32. Система команд асемблера Thumb2. Середовища розроблення програм мовою асемблера та C.					

11.	Тема 11. Мікроконтролери STM32. Архітектура, ядро, периферія CortexM3/M4.	лекція		2	
12.	Тема 12. Асемблер мікроконтролерів STM32	лекція		2	
13.	Тема 13. Засоби проектування та відлагодження програм для мікроконтролерів STM32	лекція		2	
14.	Тема 14. Програмування цифрових портів вводу-виводу інформації мікроконтролерів STM32	лекція		2	
15.	Тема 15. Цифровий синтез сигналів довільної форми за допомогою ЦАП STM32	лекція		2	
16.	Тема 16. Програмування акселерометра STM32F4Discovery. Завантажувачі STM32 JTAG, SWD, UART. Інтерфейс SPI в STM32	лекція		2	
	Разом – зм. модуль 2			12	
	Всього годин			32	

Перелік лабораторних робіт та самостійної роботи

Тиж.	Тема	Форма заняття	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1.	Вступне заняття. Інструктаж з безпеки життєдіяльності. Академічна доброчесність. Ознайомлення з організацією навчання в системі Moodle.	<i>Лаб. робота</i>		2	
2.	Встановлення інтегрованого середовища розробки MatLabX	<i>Лаб. робота</i>		2	
3.	Створення нового проекту програми мікроконтролера PIC16.	<i>Лаб. робота</i>		2	
4.	Освоєння інструментів моделювання роботи мікроконтролерів	<i>Лаб. робота</i>		4	
5.	Розроблення схеми підключення мікро-контролера PIC16F84A. Налаштування регістрів стану.	<i>Лаб. робота</i>		2	

6.	Написання програми мовою асемблер для PIC16. Компіляція програми, виправлення помилок	<i>Лаб. робота</i>		2	
7.	Налаштування портів на ввід і вивід. Керування бітами портів PIC16	<i>Лаб. робота</i>		2	
8.	Генерування періодичних сигналів за допомогою PIC16	<i>Лаб. робота</i>		2	
9.	Освоєння програми введення HEX коду у мікроконтролери Мікрочіп	<i>Лаб. робота</i>		2	
10.	Програмування асинхронного передавання та прийому цифрових даних за допомогою PIC16	<i>Лаб. робота</i>		2	
11.	Програмування компараторів мікроконтролерів PIC16	<i>Лаб. робота</i>		2	
12.	Програмування переривань мікрокон-тролерів Мікрочіп.	<i>Лаб. робота</i>		2	
13.	Встановлення середовища проектування програм для мікроконтролерів STM32	<i>Лаб. робота</i>		2	
14.	Написання програми мовою C для керування бітами портів STM32	<i>Лаб. робота</i>		2	
15.	Генерування сигналів за допомогою ЦАП STM32	<i>Лаб. робота</i>		2	
16.	Введення аналогових сигналів за допомогою АЦП STM32	<i>Лаб. робота</i>		2	