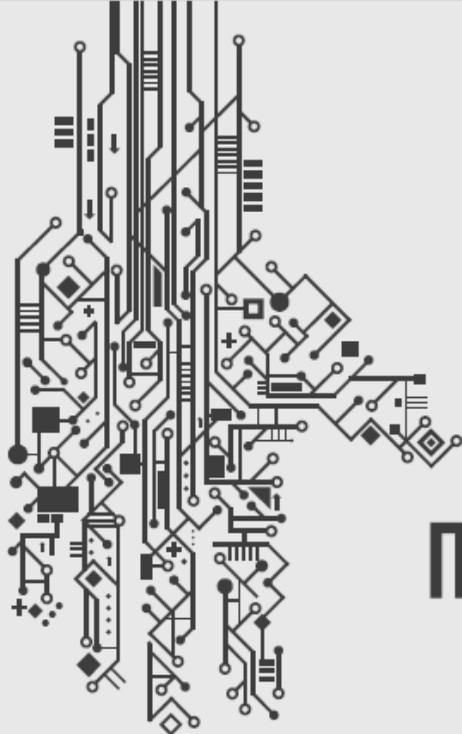
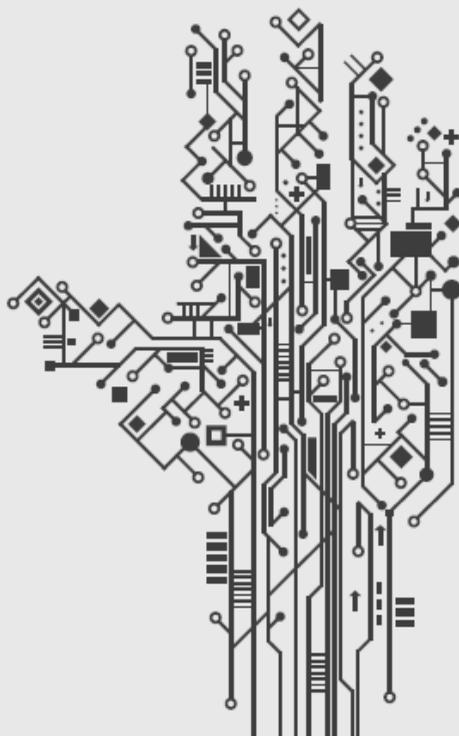


Б. С. ДЗУНДЗА, І. В. СВИД



ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

# ПРОЄКТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА**

**Б. С. Дзундза, І. В. Свид**

**ПРОЄКТУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ.  
Лабораторний практикум**

Навчальний посібник  
для здобувачів вищої освіти закладів вищої освіти,  
які навчаються за спеціальностями  
F7 «Комп'ютерна інженерія»,  
G5 «Електроніка, електронні комунікації,  
приладобудування та радіотехніка»

**Київ  
2025**

УДК 004.31:004.35

Д43

Рекомендовано до друку Вченою радою Карпатського національного університету імені Василя Стефаника як навчальний посібник для здобувачів вищої освіти закладів вищої освіти, які навчаються за спеціальностями F7 «Комп'ютерна інженерія», G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка», протокол № 10 від 30.09.2025 року.

**Авторський колектив:**

Б.С. Дзундза, д.т.н., с.н.с.; І.В. Свид, к.т.н., доц.

**Рецензенти:**

- О. В. Зубков**, кандидат технічних наук, доц., в.о. завідувача кафедри мікропроцесорних технологій і систем, Харківський національний університет радіоелектроніки;
- І. П. Яремій**, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства, Карпатський національний університет імені Василя Стефаника.

**Дзундза Б. С., Свид І. В.**

Д43 Проектування вбудованих систем. Лабораторний практикум: Навч. посіб. / Б. С. Дзундза, І. В. Свид. К. : ФОП Гуляєва В.М., 2025. 88 с.

ISBN 978-617-8181-64-2

У навчальному посібнику наведені основні відомості про проектування вбудованих систем. Представлено методичні рекомендації до лабораторних робіт з напрямку проектування вбудованих систем на мікроконтролерах STM32 з використанням налагоджувальної плати розробленої кафедрою комп'ютерної інженерії та електроніки. Матеріал посібника дає можливість здобувачам вищої освіти сформулювати практичні вміння і навички проектування і програмування вбудованих систем на базі мікроконтролерів STM32.

Навчальний посібник призначений для здобувачів вищої освіти усіх форм навчання першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти, які навчаються за спеціальностями F7 «Комп'ютерна інженерія», G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка». Також навчальний посібник може бути корисним для здобувачів вищої освіти інших технічних спеціальностей та наукових співробітників, які займаються проектуванням пристроїв на STM32.

Лл. 35, табл. 1, бібл. 27 найм.

**УДК 004.31:004.35**

ISBN 978-617-8181-64-2

© Б. С. Дзундза, І. В. Свид, 2025

## ЗМІСТ

<b>СПИСОК СКОРОЧЕНЬ .....</b>	<b>5</b>
<b>ПЕРЕДМОВА .....</b>	<b>6</b>
<b>1. ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ .....</b>	<b>8</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	12
<b>2. ПРИНЦИПИ ПРОЄКТУВАННЯ, СТРУКТУРА ПРОЦЕСУ</b>	
<b>ПРОЄКТУВАННЯ.....</b>	<b>13</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	16
<b>3. СЕРЕДОВИЩЕ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	
<b>STM32CUBEIDE .....</b>	<b>17</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	23
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. Проєктування вбудованих систем.</b>	
<b>Розробка проєкту термостату.....</b>	<b>24</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	30
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. Дискретні входи та виходи.</b>	
<b>Управління за допомогою кнопок. Підсилення дискретних</b>	
<b>виходів для керування навантаженням .....</b>	<b>31</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	36
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. Робота з таймерами мікроконтролера.</b>	
<b>Вивід інформації на семи сегментний індикатор .....</b>	<b>37</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	43
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. Робота з інкрементальним енкодером</b>	<b>44</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	49
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5. Робота з цифровим давачем</b>	
<b>температури DS18B20 .....</b>	<b>50</b>
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	66

<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6. Опитування аналогових давачів.</b>	
Приведення сигналу термопари до діапазону АЦП.	
Програмування роботи термостату .....	67
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	74
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7. Виконання завдань за розкладом.</b>	
Годинник реального часу.....	75
Контрольні запитання та завдання для самоконтролю .....	82
<b>ПІСЛЯМОВА</b> .....	79
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	85

## ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування вбудованих систем: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А.О. Новацький, В.М. Шимкович; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 463 с.
2. Основи проектування спеціалізованих мікроконтролерних та вбудованих комп'ютерних систем для засобів суднової і промислової автоматизації : навч. посіб. / В.С. Блінцов, Д.О. Жук, М.В. Джангіров, І.Ю. Жук, С.П. Голіков, С.Г. Чорний. Київ : Кондор, 2024, 348 с.
3. Пархоменко А. В., Гладкова О. М., Залюбовський Я І., Пархоменко А.В. Інженерія вбудованих систем: навчальний посібник. Запоріжжя: Дике Поле, 2017. 220 с.
4. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. Мелітополь: Люкс, 2021. 140 с.
5. Автоматизоване проектування електромеханічних пристроїв, компонентів цифрових систем керування та діагностичних комплексів : навч. посібник / О. Ф. Бабічева, С. М. Єсаулов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 355 с.
6. Інженерне проектування складних об'єктів і систем: навч. посіб. / Матвійків О., Ткаченко С., Хаханов В. Національний університет "Львівська політехніка". Львів. 2016. 261 с.
7. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник/ І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 324 с.
8. Програмування мікроконтролерів STM32 в середовищі STM32CubeIDE в прикладах і задачах: Навч. посіб. / О. В. Зубков, І. В. Свид, О. В. Воргуль, В. В. Семенець. Дніпро : ЛПРА ЛТД, 2022. 144 с.
9. Дзундза Б. С., Свид І. В. Програмування мікроконтролерів. Лабораторний практикум: Навч. посіб. Івано-Франківськ : ЛПРА ЛТД, 2025. 100 с.
10. Проектування мікропроцесорних систем: навчальний посібник / С.М. Цирульник, Г.Л. Лисенко. Вінниця : ВНТУ, 2012. 191 с.
11. Noviello Carmine. Mastering STM32 Leanpub, 2018. 852 p.
12. Geoffrey Brown. Discovering the STM32 Microcontroller. USA, 2016. 244 p.
13. Хіхловська І.В. Обчислювальна техніка та мікропроцесори : підручник

/ Хіхловська І.В., Антонов О.С. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2011. 440 с.

14. Мікропроцесори та мікроконтролери: Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньої програми «Мікро- та наноелектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Д. Д. Татарчук, Ю. В. Діденко. Ел.і текст. дані (1 файл: 19,5 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 238 с.

15. Мікропроцесорна техніка : навч. посібник / В. В. Ткачов, Г. Грулер, Н. Нойбергер та ін. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 188 с.

16. Шпак З.Я. Програмування мовою С. Львів: Львівська політехніка, 2011. 436 с.

17. Васильєв О. Програмування на С++ в прикладах і задачах : Навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2017. 382 с.

18. Integrated Development Environment for STM32. URL: <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeide.html>

19. Microcontrollers & microprocessors - STMicroelectronics. STMicroelectronics. URL: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors.html>

20. Datasheet STM32F103x8, STM32F103xB. Medium-density performance line ARM-based 32-bit MCU with 64 or 128 KB Flash, USB, CAN, 7 timers, 2 ADCs, 9 com. interfaces, 114 p.

21. O. Zubkov, I. Svyd, O. Maltsev. Features of the use of PID controllers when controlling evaporators. // II International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 6-7. doi: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2020.001>.

22. O. Zubkov, I. Svyd, O. Vorgul. Features of the Digital Filters Implementation on STM32 Microcontrollers. // III International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA), Kharkiv, Ukraine, 2021, pp. 6-8, doi: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2021.001>.

23. O. Zubkov, I. Svyd, O. Vorgul. Features of the Implementation of an Over/Under Voltage Relay on STM 32 Microcontrollers. // IV International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA-2022), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 6-8, doi: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2022.001>.

24. Zubkov O., Svyd I., Vorgul O. Study of the Effectiveness of Using Nextion Displays in Projects Based on STM32 Microcontrollers. Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs 2023. 2023. URL:

<https://doi.org/10.35598/mcfpga.2023.001>.

25. Vorgul O., Svyd I. Neuron Networks Design in STM32 Cube. Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2023.020>.

26. Vorgul O., Svyd I., Zubkov O. Pseudo Random Value Generation in STM32 Cube. Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.35598/mcfpga.2023.016>.

27. Dzundza B., Svyd I. Development of a Development Board Based on STM32F103 for Laboratory Workshops. // VII International Scientific and Practical Conference Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs (MC&FPGA-2025), Kharkiv, Ukraine, 2025, pp. 108-109.