

The background of the cover is the coat of arms of the Odessa National University of Juridical Sciences. It features a shield with a blue and purple diagonal design, a golden bell in the center, a golden lion on the right, and a blue ribbon at the bottom with the text "ОДЕСЬКА ЮРИДИЧНА АКАДЕМІЯ".

КОМП'ЮТЕРНА СХЕМОТЕХНІКА ТА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРІВ

Навчально-методичний посібник

Для підготовки здобувачів вищої освіти
галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Одеса
Фенікс
2022

«ОДЕСЬКА ЮРИДИЧНА АКАДЕМІЯ»

УДК 004.3:004.31
К 15

*Рекомендовано навчально-методичною радою
Національного університету «Одеська юридична академія»
(протокол № 3 від 17 травня 2022 р.)*

Рецензенти:

Панченко Є. Б. – д.т.н., проф., завідувач кафедри «Інженерії програмного забезпечення» Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку;

Щербакова Г. Ю. доктор технічних наук, професор кафедри «Інформаційні системи» Одеського національного політехнічного університету.

Задерейко О. В.

К 15 Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів : навч.-метод. посібник [Електронне видання] / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, О. Г. Трофименко, С. В. Манаков, А. А.Толокнов, В. І. Гура. 2-ге вид. перероб. і доповн. – Одеса, 2022. – 288 с. – URL: <http://hdl.handle.net/11300/22720>.

ISBN 978-966-928-827-1

Навчально-методичний посібник призначено для підготовки до лабораторних і самостійних робіт, які виконуються в межах навчальної дисципліни, присвяченої вивченню фундаментальних основ комп'ютерної схемотехніки та архітектури комп'ютерів майбутніми ІТ-спеціалістами.

Розглянуто основні принципи схематичної побудови функціональних вузлів персонального комп'ютера, що формують багаторівневу структурну організацію обчислювальних систем. Наведено завдання до лабораторних і самостійних робіт, які дозволяють дослідити принципи функціонування базових складових комп'ютерної техніки і навчитися проектувати, моделювати та налагоджувати електричні й електронні схеми.

Навчально-методичний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, науковців і спеціалістів з проектування комп'ютерних пристроїв.

УДК 004.3:004.31

ISBN 978-966-928-827-1

© О. В. Задерейко, Н. І. Логінова,
О. Г. Трофименко, С. В. Манаков,
А. А. Толокнов, В. І. Гура, 2022

«ОДЕСЬКА ЮРИДИЧНА АКАДЕМІЯ»

ПЕРЕДМОВА

У навчально-методичному посібнику подано матеріал з основ функціонування складових комп'ютерної техніки. Запропоновано до вивчення та виконання сімнадцять лабораторних і десять самостійних робіт, які виконуватимуться із застосуванням програмних засобів цифрового моделювання електронних схем.

Перед виконанням поточного лабораторного заняття студент має:

- вивчити теоретичні відомості та за потреби відповідні розділи лекційного матеріалу і навчальної літератури;
- підготувати попередньо заповнені протоколи лабораторних робіт, що мають містити: титульний лист, мету, принципову схему та стислий опис роботи досліджуваного комп'ютерного компонента.

Під час виконання поточного лабораторного і самостійного заняття студент має:

- створити модель (принципову схему) зазначеного у завданні комп'ютерного компонента у цифровому середовищі;
- дослідити роботу досліджуваного комп'ютерного компонента;
- здобути результати роботи комп'ютерного компонента у вигляді часових діаграм;
- занести до протоколу отримані результати роботи комп'ютерного компонента;
- порівняти отримані часові діаграми з діаграмами, наведеними у відповідному теоретичному матеріалі;
- зробити висновки щодо отриманих результатів моделювання у цифровому середовищі і занести їх в протокол;
- надати оформлений протокол викладачеві для перевірки.

Зміст звіту (протоколу) лабораторної або самостійної роботи:

- титульний лист;
- мета роботи;
- стислий опис роботи комп'ютерного компонента;
- функціональну або принципову схему комп'ютерного компонента;
- отримані часові діаграми;
- висновки стосовно отриманих результатів роботи комп'ютерного компонента;
- відповідь на контрольні запитання.

Всі принципові схеми, графіки і діаграми наводяться з пояснювальними підписами.

Правильність результатів моделювання комп'ютерних складових у цифровому середовищі перевіряються та оцінюються викладачем.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів» вивчається здобувачами вищої освіти освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» галузі знань 12 «Інформаційні технології». В числі інших вона складає теоретично-практичну основу сукупності компетентностей, що формують профіль фахівця в галузі інформаційних технологій.

Метою дисципліни є вивчення теоретичних аспектів багаторівневої структурної організації комп'ютерних систем, принципів взаємодії систем та підсистем комп'ютера, схематичної побудови основних вузлів персонального комп'ютера, зокрема системного блока, набуття практичних навичок цифрового моделювання цифрових пристроїв і проєктування функціональних вузлів цифрових пристроїв.

Предметом вивчення дисципліни є елементна база комп'ютерних пристроїв, а також засоби їх моделювання і тестування.

Основними завданнями дисципліни є:

- оволодіння теоретичними основами будови цифрової обчислювальної техніки;
- формування у студентів знань математичної логіки, аналізу й синтезу комбінаційних і послідовних схем, необхідних для побудови і моделювання комп'ютерних систем;
- вивчення фізичних і логічних принципів побудови електронних схем цифрових елементів і функціональних вузлів обчислювальної техніки;
- набуття умінь і навичок, необхідних для правильної експлуатації комп'ютерної техніки і діагностики роботи її складових.

Підсумкові результати навчання навчальної дисципліни деталізують такі програмні **результати навчання**:

- аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки;
- знати методи опису функціональних вузлів цифрових пристроїв;
- володіти методиками проєктування і розрахунку функціональних вузлів цифрових пристроїв;
- аналізувати отримані результати цифрового моделювання цифрових пристроїв.

The background of the image is the official coat of arms of the National University of Odessa Law Academy. It features a central shield with a blue field containing a golden bell and a lion. The shield is surrounded by a golden wreath. At the bottom, a blue ribbon banner contains the text "ОДЕСЬКА ЮРИДИЧНА АКАДЕМІЯ".

УВАГА!

Повна версія навчального посібника розташована
на сайті дистанційного навчання факультету
кібербезпеки та інформаційних технологій
Національного університету "Одеська юридична
академія"

за адресою: <http://cyber.onua.edu.ua>

З усіх питань стосовно повної версії навчального
посібника звертатися за адресою:

zadereyko@onua.edu.ua

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Борисенко О.А. Цифрова схемотехніка: підручник. Суми: СумДУ, 2016. 200 с.
2. Воробйова О.М., Іванченко В.Д. Основи схемотехніки: навч. посіб. у 2-х частинах. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. Ч.2. 275 с.
3. Воробйова О.М., Іванченко В.Д. Основи схемотехніки: підручник. [2-ге вид.] Одеса: Фенікс, 2009. 289 с.
4. **Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів** : навч.-метод. посібник / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, О. Г. Трофименко, О. В. Троянський, В. І. Гура. Одеса : Фенікс, 2020. 209 с.
5. Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів: навч. посібник / О.В. Задерейко, Н.І. Логінова, О.Г. Трофименко, О.В. Троянський, А.А. Толокнов. Одеса: Фенікс, 2021. 163 с. URL: <https://hdl.handle.net/11300/14473>
6. Коваленко А.Є. Комп'ютерна схемотехніка і архітектура комп'ютерів. Підготовка та оформлення курсових робіт: навч.-метод. посібник для студентів. К.: НТУУ «КПІ», 2016. 472 с.
7. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. [2-е вид.] / За ред. А.Г. Соскова. К.: Каравелла, 2009. 416 с.
8. Комп'ютерна схемотехніка: конспект лекцій / уклад. Л.А. Матвійчук. Чернігів: ЧНБіП, 2017. 156 с.
9. Комп'ютерна схемотехніка: метод. вказівки до виконання лабораторних робіт для студ. напрямку підготовки 6.050102 (123) «Комп'ютерна інженерія» / О.М. Долголенко, В.І. Корнійчук, О.О. Кучмій. К.: НТУУ «КПІ», 2017. 22 с.
10. Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів: конспект лекцій / Пастушок І.М. Ковель: КПЕК Луцького НТУ, 2014. 186 с.
11. Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів: лабораторний практикум / О.В. Строкань, С.М. Прийма, Ю.О. Литвин. Мелітополь, 2019. 186 с.
12. Комп'ютерна схемотехніка: метод. вказівки до моделювання мікропроцесорних пристроїв при виконанні лабораторних робіт для студентів напрямку підготовки 6.050102(123) «Комп'ютерна інженерія» / О. М. Долголенко, В. І. Корнійчук, С. В. Аксьоненко. К.: НТУУ «КПІ», 2017. 17 с.
13. Лорія М.Г., Єлісєєв П.Й., Целіщев О.Б. Цифрова схемотехніка: навч. посібник. Северодонецьк: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля, 2016. 280 с.
14. Матвієнко М.П., Розен В.П. Комп'ютерна схемотехніка: навч. посібник. К.: Видавництво «Ліра-К», 2016. 192 с.
15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Комп'ютерна електроніка. Аналогова схемотехніка" із застосуванням

- програмного комплексу Electronics Workbench для студентів напряму підготовки 6.050102 "Комп'ютерна інженерія" всіх форм навчання / Укл.: В.П. Дмитренко, В.Г. Козодавов. Запоріжжя, ЗНТУ, 2013. 74 с.
16. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Схемотехніка» для студентів напряму підготовки 6.050801 «Мікро- та наноелектроніка» / Уклад. П.М. Ратушний, О.А. Павлюк. Вінниця: ВНТУ, 2015. 100 с.
 17. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальностями 6.050102-01 "Комп'ютерні системи та мережі", 6.050102-02 "Системне програмування", 6.050102-03 "Спеціалізовані комп'ютерні системи" / Уклад.: Даниленко О.Ф., Скороделов В.В., Гейко Г.В. Харків: НТУ «ХПІ», 2014. 51 с.
 18. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Аналогова та цифрова схемотехніка», 6.05010102 «Інформаційні технології проектування» / Уклад.: Іванов Ю.Д., Лозка Б. В., Галієв Р. Р. Одеса: ОНПУ, 2017. 24 с.
 19. Мікропроцесорні пристрої на сучасних технологічних об'єктах. Конспект лекцій із завданнями практичних робіт з дисциплін «Мікропроцесорні пристрої електротранспорту», «Мікропроцесорні пристрої транспортних засобів», «Мікропроцесорні пристрої систем автоматизації електроприводів», «Мікропроцесорні пристрої» / С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2011. 135с.
 20. Низьковольтна імпульсна електроніка: навч. посібник / Шуайбов О.К., Шевера І.В., Малініна А.О., Малінін О.М. Ужгород, Ужгородський національний університет, 2018. 236 с.
 21. Превисокова Н. В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи цифрової та мікропроцесорної техніки». Івано-Франківськ: ПП Голіней О.М., 2013. 56 с.
 22. Схемотехніка. Пристрої цифрової електроніки: електронний підручник / Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Ямненко Ю.С., Заграничний А.В. НТУ «КПІ», Київ. 2016. 399 с.
 23. Цифрова схемотехніка. Підручник для студентів технічних вузів і коледжів / Укл.: Л.Л. Верьовкін, М.В. Світанко, Є.М. Кісельов, С.Л. Хрипко. Запоріжжя. Видавництво ЗДІА. 2016. 214 с.
 24. Шкурко О.І, Процюк Р.О., Корнійчук В.І. Комп'ютерна схемотехніка в прикладах та задачах. К.: Корнійчук, 2003. 144 с.
 25. Антонов О.С., Хіхловська І.В. Обчислювальна техніка та мікропроцесори. Посібник. Одеса: Вид. центр ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2008. – 449 стор.
 26. E. Williams. AVR Programming: Learning to Write Software for Hardware. Make Community, LLC, 2014. 474 p. ISBN: 978-1449355784.
 27. . M. Papazoglou. An Educational Guide to the AVR Microcontroller Programming. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. 284 p. ISBN: 1986008396.
 28. M. A. Mazidi. AVR Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C. Pearson, 2010. 792 p. ISBN: 978-0138003319.

ЗМІСТ

Передмова.....	3
Структура дисципліни	4
Лабораторна робота № 1. Дослідження властивостей складових системного блоку комп'ютера	5
Теоретичні відомості.....	5
Завдання.....	6
Контрольні запитання	7
Лабораторна робота № 2. Дослідження роботи фільтра перешкод джерел блока живлення комп'ютера	8
Теоретичні відомості.....	8
Завдання.....	11
Контрольні запитання	16
Лабораторна робота № 3. Дослідження роботи випрямляча блока живлення комп'ютера	17
Теоретичні відомості.....	17
Завдання.....	19
Контрольні запитання	28
Лабораторна робота № 4. Дослідження властивостей логічних елементів з використанням логічного перетворювача	29
Теоретичні відомості.....	29
Завдання.....	31
Контрольні запитання	40
Лабораторна робота № 5. Дослідження статичних і динамічних характеристик логічних елементів	41
Теоретичні відомості.....	41
Завдання.....	42
Контрольні запитання	47
Лабораторна робота № 6. Дослідження характеристик логічного елемента «НІ» на біполярному транзисторі.....	49
Теоретичні відомості.....	49
ЗАВДАННЯ.....	51
Контрольні запитання	56
Лабораторна робота № 7. Дослідження логічного елемента «НІ» на МОП-транзисторах.....	57
Теоретичні відомості.....	57
ЗАВДАННЯ	58
Контрольні запитання	62

Лабораторна робота № 8. Дослідження характеристик асинхронного RS-тригера	63
Теоретичні відомості.....	63
ЗАВДАННЯ	64
Контрольні запитання	65
Лабораторна робота № 9. Дослідження характеристик синхронного RS-тригера	66
Теоретичні відомості.....	66
ЗАВДАННЯ	67
Контрольні запитання	68
Лабораторна робота № 10. Дослідження характеристик синхронного JK-тригера	69
Теоретичні відомості.....	69
ЗАВДАННЯ	69
Контрольні запитання	70
Лабораторна робота № 11. Дослідження характеристик T-тригера	71
Теоретичні відомості.....	71
ЗАВДАННЯ	72
Контрольні запитання	72
Лабораторна робота № 12. Дослідження характеристик синхронного D-тригера	74
Теоретичні відомості.....	74
ЗАВДАННЯ	75
Контрольні запитання	75
Лабораторна робота № 13. Дослідження характеристик генераторів тактових сигналів.....	77
Теоретичні відомості.....	77
ЗАВДАННЯ	80
Контрольні запитання	81
Лабораторна робота № 14. Програмна модель мікропроцесора Intel 8086.....	82
Теоретичні відомості.....	82
ЗАВДАННЯ	85
Контрольні запитання	89
Лабораторна робота № 15. Сегментування пам'яті та способи адресації операндів мікропроцесора Intel 8086	90
Теоретичні відомості.....	90
ЗАВДАННЯ	92
Контрольні запитання	99
Лабораторна робота № 16. Організація розгалужень.....	100
Теоретичні відомості.....	100
ЗАВДАННЯ	101
Контрольні запитання	106

Лабораторна робота № 17. Організація циклів.....	107
Теоретичні відомості.....	107
ЗАВДАННЯ	108
Контрольні запитання	111
Самостійна робота № 1. Програмне середовище для цифрового моделювання електронних схем Multisim.....	112
Теоретичні відомості.....	112
Контрольні запитання	132
Самостійна робота № 2. Дослідження часових і амплітудно-частотних характеристик RC-ланцюгів	133
Теоретичні відомості.....	133
Завдання.....	135
Контрольні запитання	140
Самостійна робота № 3. Електронні ключі на біполярних транзисторах	141
Теоретичні відомості.....	141
Контрольні запитання	147
Самостійна робота № 4. Дослідження електронних ключів на біполярних транзисторах.....	148
Теоретичні відомості.....	148
Контрольні запитання	152
Самостійна робота № 5. Електронні ключі на польових транзисторах	153
Теоретичні відомості.....	153
Контрольні запитання	158
Самостійна робота № 6. Дослідження роботи діодних логічних елементів І, АБО	159
Теоретичні відомості.....	159
Завдання.....	161
Контрольні запитання	161
Самостійна робота № 7. Програмування логічних операцій.....	162
Теоретичні відомості.....	162
Завдання.....	165
Контрольні запитання	166
Самостійна робота № 8. Логічні побітові операції	167
Теоретичні відомості.....	167
Пріоритет логічних операцій.....	169
Завдання.....	171
Контрольні запитання	173
Самостійна робота № 9. Арифметичні операції у двійковій системі.....	174

Теоретичні відомості.....	174
Завдання на самостійну роботу	178
Контрольні запитання	179
Самостійна робота № 10. ВИВЧЕННЯ АРХІТЕКТУРИ МІКРОКОНТРОЛЕРА	
ATmega16.....	180
Теоретичні відомості.....	180
завдання	193
Контрольні запитання	194
Самостійна робота № 11. СИСТЕМА КОМАНД АСЕМБЛЕРА МК ATmega16	
(Частина 1).....	195
Теоретичні відомості.....	195
Контрольні запитання	202
Самостійна робота № 12. СИСТЕМА КОМАНД АСЕМБЛЕРА МК ATmega16	
(Частина 2).....	203
Теоретичні відомості.....	203
Контрольні запитання	210
Самостійна робота № 13. ПОРТИ ВВОДУ/ВИВОДУ МІКРОКОНТРОЛЕРА	
ATmega16.....	211
Теоретичні відомості.....	211
Контрольні запитання	217
Самостійна робота № 14. СИСТЕМА ПЕРЕРИВАНЬ МІКРОКОНТРОЛЕРА	
ATmega16.....	218
Теоретичні відомості.....	218
Контрольні запитання	226
Самостійна робота № 15. ТАЙМЕРИ-ЛІЧИЛЬНИКИ МІКРОКОНТРОЛЕРА	
ATmega16.....	227
Теоретичні відомості.....	227
Контрольні запитання	233
Самостійна робота № 16. МОДУЛЬ АЦП МК ATmega16.....	234
Теоретичні відомості.....	234
Контрольні запитання	240
Самостійна робота № 17. УНІВЕРСАЛЬНИЙ	
СИНХРОННИЙ/АСИНХРОННИЙ ПРИЙМАЧ/ПЕРЕДАВАЧ USART	242
Теоретичні відомості.....	242
Контрольні запитання	250
Самостійна робота № 18. ІНТЕРФЕЙС SPI МК ATMEGA16.....	251
Теоретичні відомості.....	251
Контрольні запитання	260

Самостійна робота № 19. Інтерфейс TWI (I2C) МК ATmega16.....	261
Теоретичні відомості.....	261
Контрольні запитання	270
Самостійна робота № 20. Відлагоджувач Debug для програмування мовою асемблер МП Intel 8086.....	272
Теоретичні відомості.....	272
Завдання.....	280
Контрольні запитання	280
Список використаної та рекомендованої літератури.....	281



НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

*Олександр Владиславович Задерейко,
Наталія Іванівна Логінова,
Олена Григорівна Трофименко,
Сергій Юрійович Манаков,
Анатолій Арнольдович Толокнов
Володимир Ігорович Гура*

КОМП'ЮТЕРНА СХЕМОТЕХНІКА ТА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРІВ

Навчально-методичний посібник

*Для підготовки здобувачів вищої освіти
галузі знань 12 «Інформаційні технології»*

Електронне видання

А Ω

Підписано до друку 27.07.2022.
Ум-друк. арк. 17,28. Зам. № 2207-15.

Видано в ПП «Фенікс»
(Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1044 від 17.09.02).
Україна, м. Одеса, 65009, вул. Зоопаркова, 25.
Тел. +38 050 7775901 +38 048 7959160
e-mail: fenix-izd@ukr.net
www.feniksbooks.com

«ОДЕСЬКА ЮРИДИЧНА АКАДЕМІЯ»