

Вінницький національний технічний університет

Кафедра автоматики інформаційно-вимірювальної техніки

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

\_\_\_\_\_ Романюк О.Н.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Цифрові системи**

спеціальності 7,8.050201 «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

Факультет комп'ютерних систем та автоматики

ФКСА  
2015 рік

Робоча програма дисципліни « Цифрові системи » для студентів спеціальності 7,8.050201 «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

2015.-14 с.

Розробники: Кривогубченко С.Г., доцент, к.т.н., доцент;  
Компанець М.М., доцент, к.т.н., доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматичної та інформаційно-вимірювальної техніки

Протокол від « 1 » вересня 2015 року № 1

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (проф. Кветний Р.Н.)

Схвалено Методичною комісією ФКСА

Протокол від « 19 » жовтня 2015 року № 2

Голова Методичної комісії \_\_\_\_\_ (проф. Бісікало О.В.)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 року № \_\_\_\_

Голова \_\_\_\_\_ (проф. Романюк О. Н.)

© С. Г. Кривогубченко,  
М.М.Компанець, 2015 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7,5(с), 8,5(м)	Галузь знань 0502 «Автоматика та управління»	Нормативна	
	Напрямок підготовки 6.050201 «Системна інженерія»		
Модулів – 4	Спеціальність: 7,8.05020101 «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 6		1, 2 с, м	1, 2 с
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <b>курсний проект</b>		<b>Триместр</b>	
Загальна кількість годин – 225(с), 255(м)		1, 2-й	1, 2, 3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –3; 4 самостійної роботи студента –5,6; 6,5(с)/9,5(м)	Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст, магістр	<b>Лекції</b>	
		14, 20	4, 4, 4
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		14, 10	4, 4, 2
		<b>Лабораторні</b>	
		14, 10	4, 4, -
		<b>Самостійна робота</b>	
		78, 65(с)/95(м)	63, 63, 69
<b>Курсовий проект: 45 год.</b>			
<b>Вид контролю:</b>			
<i>д.з. /іспит</i>		<i>д.з/іспит/д.з.</i>	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,57(с); 0,47(м)

для заочної форми навчання – 0,15

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою викладання** навчальної дисципліни « Цифрові системи » є набуття студентами знань і навичок, які дозволяють їм вільно орієнтуватися в усьому різноманітті задач управління, структурних особливостей конкретних систем, властивостей та характеристик їх функціональних елементів, а також вміння застосовувати засоби обчислювальної техніки.

**Завданнями** навчальної дисципліни є отримання знань щодо складових частин систем управління, їх організації, для вирішення конкретних задач, методів аналізу об'єктів управління, розробки математичних моделей, критеріїв вибору оптимальних параметрів, організації та розроблення апаратного та програмного забезпечення цифрових систем та інтерфейсів взаємодії засобів ОТ з об'єктами управління, навчання практичним навичкам роботи з науковою та довідниковою літературою, виховання вміння застосовувати набуті знання у професійній діяльності.

Студент повинен **знати** матеріал програми курсу « Цифрові системи », складові частини цифрових систем, їх організацію для вирішення конкретних задач, організацію та розроблення апаратного і програмного забезпечення.

Студент повинен **уміти** проектувати типові структури конкретних систем, розроблювати апаратне та програмне забезпечення цифрових систем.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквиумів, тестування, іспиту.

На самостійну роботу виносяться вивчення окремих проблем курсу, написання контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), підготовка до практичних занять, тестування, іспиту, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ).

## 3. Програма навчальної дисципліни

**Модуль 1. Змістовий модуль 1** Загальні відомості про ЦС. Структури МП САУ

**Тема 1.** Керовані системи. Поняття системи. Історія розвитку ЦСУ. Особливості розвитку сучасних систем (повторювальність, скорочення, зтиснення). Класифікація СУ: одновимірні та багатовимірні, безперервні, дискретні, імпульсні, цифрові, лінійні. Недоліки аналогових СУ. Багатопроекторні ЦС. Багатофункціональність та проблемна орієнтація ЦС.

**Тема 2.** Структури МП САУ

Структури з центральним управлінням. Структури з децентралізованим управлінням. ЦСАУ зі змінної структурою. Структури з резервуванням. Узагальнена структура ієрархічних ЦСАУ. Структура мікропроцесорних електромеханічних ЦСАУ. Одно контурні та багато контурні системи.

**Модуль 1. Змістовий модуль 2** Математичний апарат дослідження ЦС

**Тема 3.** Математичні моделі ЦС. Показники якості управління.

**Тема 4.** Лінійні математичні моделі ЦАС. Математичний опис основних процесів перетворення сигналів в ЦАС. Вибір періоду квантування. Елементи  $Z$ -перетворення. Імпульсні передавальні функції ЦАС. Оптимальні лінійні ЦС.

**Тема 5.** Принцип суперпозиції. Багатовимірні і адаптивні ЦСУ. Багатовимірний цифровий фільтр Кальмана. Моделі вхідних сигналів.

**Модуль 2. Змістовий модуль 3** Стійкість та якість ЦС

**Тема 6.** Стійкість лінеарізованих ЦАС. Стійкість замкнутих систем. Умови стійкості. Основна умова стійкості лінійних ЦАС. Аналог критерію Гурвіца, Найквіста, Михайлова, алгебраїчні критерії стійкості, логарифмічний критерій. Вибір параметрів ЦАС, які забезпечують її стійкість.

**Тема 7.** Оптимальні ЦС. Опис динаміки руху об'єкту в ЦС. Процеси, що протікають в системах цифрового управління. Дія завад на ЦСУ. Дисперсія помилки в ЦСУ.

**Модуль 2. Змістовий модуль 4.** Синтез ЦСУ. Помилки, несправності, дефекти

**Тема 8.** Функціонально-структурний підхід до синтезу ЦС. Еволюційний підхід до проектування ЦС. Модульний підхід при проектуванні МПС. Батофункціональність та спеціалізація, інтеграція та диференціація. Основні етапи проектування ЦС. Рівні представлення ЦС. Загальні питання синтезу ЦСУ.

**Тема 9.** Методи контролю та діагностики ЦС. Помилки, несправності, дефекти. Структура ПЗ ЦС.

**Модуль 3. Змістовий модуль 5.** Засоби ОТ в системах автоматички.

**Тема 10.** Категорії систем автоматички.

Структура системи автоматички. Підсистема аналогового введення. Підсистема аналогового виведення. Підсистема цифрового введення-виведення.

Задачі, що вирішуються засобами ОТ. Режими управління. Принципи зв'язку засобів ОТ з об'єктом. Етапи розробки систем БЦУ. Період квантування. Типові алгоритми БЦУ.

**Тема 11.** Об'єкти управління.

Класифікація технологічних процесів. Технологічні процеси, як об'єкти управління. Математичний опис об'єкту. Проведення експерименту. Перевірка адекватності математичного опису.

**Тема 12.** Пристрої отримання інформації.

Структура вимірювального перетворювача. Класифікація по виду інформації.

Алгоритми опитування датчиків. Оцінка точності представлення сигналів.

**Тема 13.** Перетворення сигналів датчиків.

Призначення узгоджувальних пристроїв. Операційні підсилювачі в якості узгоджувальних пристроїв. Перетворювачі частота-напруга. Аналогові мультиплектори. Каскадні структури. Схеми вибірки-зберігання.

**Тема 14.** Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.

Загальні відомості, класифікація, структура, основні характеристики та параметри, основні схеми ввімкнення, практичне застосування.

**Модуль 4. Змістовий модуль 6.** Інтерфейси систем управління.

**Тема 15.** Призначення та класифікація інтерфейсів.

Режими обміну інформацією. Організація паралельного інтерфейсу. Структура ВІС. Формат керуючого слова. Режими роботи. Підключення. Програма управління.

**Тема 15.** Програмований послідовний інтерфейс.

Основні поняття. Структура УСАПП. Програмування ВІС. Приклади налагодження. Схеми ввімкнення.

**Тема 17.** Застосування ВІС програмованого таймеру.

Структура ВІС. Формат керуючого слова. Режими роботи. Приклади налагодження таймера.

**Тема 18.** Організація режиму переривання.

Загальні відомості. Структура ПКП. Режими обслуговування запитів. Алгоритм налагодження. Приклад програми ініціалізації ПКП.

**Тема 19.** Синтез систем логічного управління.

Основні поняття. Алгоритм розкладення булевих функцій. Правила побудови логічних схем. Приклади реалізації логічних схем.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма						Заочна форма							
	усього	у тому числі					усього	у тому числі						
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
<b>Модуль 1</b>														
<b>Змістовий модуль 1 Загальні відомості про ЦС. Структури МП САУ</b>														
<b>Тема 1.</b> Керовані системи. Поняття системи. Історія розвитку.	15	1	2	2		10	9		1				8	
<b>Тема 2.</b> Структури МП САУ.	15	2	1	1		11	10	1		1			8	
<b>Змістовий модуль 2 Математичний апарат дослідження ЦС</b>														
<b>Тема 3.</b> Мат. моделі ЦС. Показники якості управління.	10	2	1	2		5	6		1				5	
<b>Тема 4.</b> Лінійні математичні моделі ЦАС	10	2	2	2		4	6	1					5	
<b>Тема 5.</b> Принцип суперпозиції. Багатомірні і адаптивні ЦСУ	10	1	2	1		6	6			1			5	
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>36</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>31</b>	
<b>Модуль 2</b>														
<b>Змістовий модуль 3 Стійкість та якість ЦС</b>														
<b>Тема 6.</b> Стійкість лінеаризованих ЦАС. Стійкість замкнених систем.	15	2	1	2		10	9		1				8	

<b>Тема 7.</b> Оптимальні ЦС.Опис динаміки руху об'єкту в ЦС	15	1	2	1		11	10	1		1		8
<b>Змістовий модуль 4. Синтез ЦСУ. Помилки, несправності, дефекти</b>												
<b>Тема 8.</b> Функціонально-структурний підхід до синтезу ЦС.	15	2	1	2		10	9		1			8
<b>Тема 9.</b> Методи контролю та діагностики ЦС	15	1	2	1		11	10	1		1		8
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>42</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>32</b>
<b>Модуль 3.</b>												
<b>Змістовий модуль 5. Засоби ОТ в системах автоматки.</b>												
<b>Тема 10.</b> Категорії систем автоматки.	4/7	2				2/5	11	1		1		9
<b>Тема 11.</b> Об'єкти управління.	5/8	2	1			2/5	11	1	1			9
<b>Тема 12.</b> Пристрої отримання інформації.	5/8	2		1		2/5	11		1	1		9
<b>Тема 13.</b> Перетворення сигналів датчиків.	8/11	2	2	2		2/5	12	1	1	1		9
<b>Тема 14.</b> Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.	8/11	2	2	2		2/5	12	1	1	1		9
<b>Курсовий прект</b>	15				15		15					15
<b>Разом за модулем 3</b>	<b>45/60</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>7/22</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>45</b>
<b>Модуль 4</b>												
<b>Змістовий модуль 6 Інтерфейси систем автоматки.</b>												
<b>Тема 15.</b> Призначення та клсиф.інтерфейсів.	3/6	2				1/4	7	1				6
<b>Тема 16.</b> Програмований послідовний інтерфейс.	5/8	2	2	1		-/3	8	1				7
<b>Тема 17.</b> Застосування ВІС програмованого таймеру.	6/9	2	2	2		-/3	8	1				7
<b>Тема 18.</b> Організація режиму переривання.	6/9	2		2		2/5	8	1				7
<b>Тема 19.</b> Синтез систем логічного управління.	4/7	2	1			1/4	8		2			6
<b>Курсовий прект</b>	30				30		30					30
<b>Разом за модулем 4</b>	<b>60/75</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	<b>10/25</b>	<b>69</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>33</b>
<b>ІНДЗ</b>	Курсовий проект						Курсовий проект					
<b>Усього годин (с/м)</b>	<b>225/255</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>54</b>	<b>89/119</b>	<b>225</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>54</b>	<b>141</b>

**5. Теми семінарських занять**  
Навчальним планом не передбачені.

**5. Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структура типових ЦСУ та особливості перетворення сигналів. Приклади ЦС: в промисловості, науковому експерименті, тощо.	1
2	Моделі. Формування повної реакції, стійкість. Кусково- постійний процес. Опис дискр. систем. Дискретизація безперервної моделі.	1
3	Розв'язок різницевого рівнянь. Перехідна матриця. Матрична імпульсна перехідна функція. Стійкість.	1
4	Регулярність структури. Основні способи збільшення регулярності структури ЦС.	1
5	Функціональна та структурна схеми електромеханічної слідкуючої ЦСАУ.	1
6	Цифровий ПІД-регулятор. Вибір періоду квантування. Спрощена методика налаштувань цифрового ПІД-регулятора. Синтез за заданим розташуванням полюсів за допомогою зворотнього зв'язку за станом.	1
7	Синтез оптимального лінійного дискретного регулятора. Методики синтезу оптимального управління. Багатокрокове управління. Критерій оптимальності	1
8	Принцип оптимальності Беллмана. Синтез однокрокового оптимального управління. Формування критерію для однокрокової задачі. Визначення вектору оптимального управління. Принцип переходу до багатокритеріальної задачі.	1
9	Проектування. Конструктивні та функціональні модулі. Функціональна, конструктивна, електрична завершенисть. Проблемна та функціональна орієнтація. Особливості застосування МП (МПС) при проектуванні ЦСАУ.	1
10	Організація магістрального способу обміну інформації	1
11	Мікропрограмна організація управління. Структурна схема контуру управління МПС ЦСУ.	1
12	Структурна схема ЦСУ.	1
13	Діагностування ЦС. Тестове діагностування ЦС. Типи несправностей ЦС.	1
14	АЦП, амплітудне квантування сигналів. Тимчасове квантування сигналів. Цифрові фільтри. Зв'язок аналогово та цифрового фільтру. Математичний опис ЦС.	1
15	Методи вибору періоду квантування.	2
16	Перетворення сигналів датчиків.	2
17	Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.	2
18	Організація паралельного інтерфейсу.	2
19	Застосування ВІС програмованого таймеру.	2



## 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Процеси в ЦС . Цфрова корекція	2
2	Цифрові регулятори	2
3	Методика виведення дискретних ПФ( АЦП (квантователь) та ЦАП (екстраполятор нульового порядку)	2
4	Синтез ЦС методом логарифмічних амплітудних характеристик	2
5	Алгоритми програм цифрових фільтрів	2
6	Розробка МПС.	4
7	Дослідження пристроїв узгодження сигналів датчиків.	2
8	Дослідження роботи паралельного інтерфейсу.	2
9	Дослідження роботи програмованого послідовного інтерфейсу.	2
10	Дослідження роботи ВІС програмованого таймеру.	2
11	Організація режиму переривання.	2

## 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин(с/м)
1	Керовані системи. Поняття системи. Історія розвитку ЦСУ.	10
2	Структури МП САУ	11
3	Математичні моделі ЦС. По-казники якості управління.	5
4	Лінійні математичні моделі ЦАС	4
5	Принцип суперпозиції. Багатовимірні і адаптивні ЦСУ	6
6	Стійкість лінеарізованихЦАС Стійкість замкну-тих систем.	10
7	Оптимальні ЦС.Опис динаміки руху об'єкту в ЦС	11
8	Функціонально-структурний підхід до синтезу ЦС.	10
9	Методи контролю та діагностики ЦС	11
10	Категорії систем автоматки.	2/5
11	Об'єкти управління.	1/4
12	Пристрої отримання інформації.	1/4
13	Перетворення сигналів датчиків.	1/4
14	Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.	2/5
15	Призначення та класиф. інтерфейсів.	1/4
16	Програмований послідовний інтерфейс.	-/3
17	Застосування ВІС програмованого таймеру.	-/3
18	Організація режиму переривання.	2/5
19	Синтез систем логічного управління.	1/4

## 8. Індивідуальні завдання

Завдання на курсове проектування передбачають розрахунок та проектування різноманітних комп'ютерних систем автоматики.

Перелік та зміст завдань переглядаються щороку. Курсовий проект являє собою комплексну роботу, метою якої є закріплення, поглиблення та узагальнення знань, якими студент оволодів під час вивчення курсу.

Під час розроблення проекту студент повинен продемонструвати:

- уміння самостійного вирішення індивідуального фахового завдання з технічною реалізацією на рівні схем, креслень, текстів (лістингів) програмного забезпечення;

- уміння використовувати сучасні дослідження науки та техніки.

Курсовий проект є самостійною роботою студента. Відповідальність за правильність прийнятих рішень, обґрунтувань, розрахунків та якість оформлення несе студент – розроблювач проекту.

У випадку зацікавленості підприємства, установи чи організації у розроблені конкретної теми, за умови її співпадання із програмою курсу і погодження з керівником, тема може бути запропонована у вигляді курсового проекту. В цьому випадку на курсовий проект складається технічне завдання, яке погоджується із замовником і затверджується керівником курсового проекту.

Курсовий проект складається з пояснювальної записки і графічної частини, яка може приєднуватись до текстової частини у вигляді додатків.

Курсовий проект оформлюється у відповідності з чинними стандартами.

Обов'язковими для пояснювальної записки є:

- титульний лист;
- зміст;
- анотація (4-5 речень);
- індивідуальне завдання на курсовий проект;
- вступ (2-3 сторінки);
- аналіз існуючих аналогів розроблюваного пристрою і вибір оптимального варіанту вирішення основної задачі (5-7 сторінок);
- технічна частина (вміщує в собі декілька розділів, склад та обсяг визначається темою та індивідуальним завданням, орієнтовно – 25 сторінок);
- висновки;
- література;
- додатки.

Графічна частина курсового проекту являє собою комплекс креслень, які характеризують основні положення проекту. Кількість та склад креслень визначається розроблювачем та керівником:

- Комплект схем апаратури (структурна, функціональна, принципова, схема розташування елементів тощо). Перелік визначається розроблювачем. Формати визначаються в залежності від елементної бази, вибраної розроблювачем.

- Комплект схем програмного забезпечення (роботи, програми, даних, ресурсів системи, взаємодії програм). Перелік визначається розроблювачем. Формати визначаються розроблювачем.

## 9. Методи навчання

Для виконання лабораторних робіт використовуються лабораторні стенди, розроблені на кафедрі автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки, а також персональні комп'ютери з ліцензійним програмним забезпеченням.

## 10. Методи контролю

Поточний контроль знань за модулями здійснюється в рамках контрольних робіт, тестових завдань та інших методів, затверджених на кафедрі.

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти

### За отримані знання

(1 триместр)

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий тест (д/залік)	Сума
Змістовий модуль 1-2	Змістовий модуль 3-4		100
T1 – T5	T6 – T9		
50 балів	50 балів		

(2 триместр)

Поточне тестування та самостійна робота		Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 5	Змістовий модуль 6	26 балів	100
T10 – T14	T15 – T19		
30 балів	44 бала		

T1, T2...T19 – теми змістових модулів

### За виконання курсового проекту (індивідуальне завдання)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Таблиця 1 - 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	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82 – 89	<b>B</b>	добре	
75 – 81	<b>C</b>		
65 – 74	<b>D</b>	задовільно	
60 - 64	<b>E</b>		
35 – 59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Таблиця 2 - Кількість і зміст модулів

Модуль	Кредити	Лекції (год.)	Лаб. роботи. Кількість (роб./год)	Практичні заняття (семінари) (год.)	Конт- рольна робота	Колок- віуми
I	2	8	3/2	7	1	—
II	2	6	4/2	7	1	—
III	1	10	2/2	5	1	—
IV	1	10	3/2	5	1	—
КП	1, 5	—	—	—	—	—

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль			
	1	2	3	4
1. Виконання практичних завдань	10	10	5	5
2. Індивідуальне завдання	10	7	5	9
3. Виконання лаб. робіт / за 1 роботу/всього /	3/9	4/12	2/6	3/9
3. Контрольні роботи	21	21	14	21
Всього	50	50	30	44

## 12. Методичне забезпечення

**Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:**

1. Навчальна програма дисципліни « Цифрові системи ».
2. Робоча програма дисципліни « Цифрові системи ».
3. Робочий план дисципліни на поточний триместр.
4. Кривогубченко С.Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни: „ Цифрові системи ” / С.Г. Кривогубченко, А.Я. Кулик, А.Ф. М.М.Компанець. – Вінниця: ВНТУ, 2000.
5. Кривогубченко С.Г. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з дисципліни: „ Цифрові системи ” / Електронний документ / С.Г. Кривогубченко. – Вінниця: ВНТУ, 2009 <http://aivt.inaeksu.vntu.edu.ua/ksklad.html>
6. Кривогубченко С.Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни: „ Цифрові системи ” / Електронний документ / С.Г. Кривогубченко. – Вінниця: ВНТУ, 2009 <http://aivt.inaeksu.vntu.edu.ua/ksklad.html>
7. Кривогубченко С.Г. Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни: „ Цифрові системи” / Електронний документ / С.Г. Кривогубченко. – Вінниця: ВНТУ, 2009 <http://aivt.inaeksu.vntu.edu.ua/ksklad.html>

## 13. Рекомендована література

### Базова

8. Кривогубченко С.Г. Функціональні перетворювачі систем автоматики і управління. / С.Г. Кривогубченко, А.Я. Кулик, М.М. Компанець, А.Ф. Хомчук. Навчальний посібник. – Вінниця, ВНТУ, 2011.
9. Васюра А.С. Елементи локальних систем автоматики. / А.С.Васюра, С.Г.Кривогубченко, А.Я.Кулик, М.М.Компанець. Навчальний посібник. – Вінниця, ВДТУ, 1998.
10. Кулик А.С. Введение в теорию цифровых систем автоматического управления. / А.С. Кулик, И.Ю. Дыбская. Учебное пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т, 2007- 165 с.
11. Романенко В.Д., Игнатенко Б.В. Адаптивное управление технологическими процессами на базе микро-ЭВМ – К.: Выща школа, 1990 – 334 с.
12. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах - Л.: Энергоатомиздат, 1988 – 304 с.
13. Васюра А.С. Мікропроцесорні засоби передавання інформації (Навчальний посібник) / А.С. Васюра, С.Г. Кривогубченко, А.Я. Кулик, М.М. Компанець, О.М. Возняк. – Вінниця: ВДТУ, 1998. – 136 с.

14. Кветний Р.Н. Основи техніки передавання інформації: Підручник / Р.Н. Кветний, М.М. Компанець, С.Г. Кривогубченко, А.Я. Кулик. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2002. – 358 с.
15. Гёлль П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс / П. Гёлль. – М.: ДМК Пресс. - 2001. - 144 с.
16. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств / Г.И. Волович. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI». - 2008. - 528 с.
17. Микушин А.В. Занимательно о микроконтроллерах / А.В. Микушин. - СПб.: БХВ-Петербург. - 2008. - 432 с.
18. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах / А.В. Белов. - СПб.: Наука и Техника. - 2009. - 256 с.

#### **Допоміжна**

19. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника / В.Г. Гусев. – М.: Высшая школа. – 2005. – 237 с.
20. Лаврентьев Б.Ф. Аналоговая и цифровая электроника / Б.Ф. Лаврентьев. - Йошкар-Ола: МарГТУ . - 2000. - 155 с.
21. Никамин В.А. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи / В.А. Никамин. - М.: Техносфера. - 2003. - 145 с.
22. Комарова М.А. Использование LPT-порта ПК для ввода/вывода информации / М.А. Комарова. - М.: НТ Пресс. - 2008. - 160 с.
23. Бабич Н.П., Жуков И.А. Основы цифровой схемотехники / Н.П. Бабич, И.А. Жуков. – М.: Издательство Додэка-XXI. - 2007. – 224 с.
24. Ан П. Сопряжение ПК с внешними устройствами / П Ан. - М.: ДМК Пресс. - 2001. - 320 с.
25. Ратхор Т. С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника / Т.С. Ратхор. - М.: Техносфера. - 2004. - 376 с.
26. Кулик А.Я. Проектування мікропроцесорних засобів автоматики і управління: Навчальний посібник / А.Я. Кулик, С.Г. Кривогубченко, М.М. Компанець. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 130 с.
27. Кветний Р.Н. Курсове та дипломне проектування для спеціальності 7.091401 «Системи управління і автоматики»: Навчальний посібник / Р.Н. Кветний, С.Г. Кривогубченко, А.Я. Кулик, О.М. Бевз. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 165 с.

#### **14. Інформаційні ресурси**

Програмні продукти по вивченню різноманітних апаратних засобів, розроблені у ВНТУ і захищені свідоцтвами про реєстрацію авторського права на твір України.