

Затверджено

Директор ВТК

\_\_\_\_\_

підпис (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

М.П.

**Форма НН-3.03.МС**

\_\_\_\_\_

Міністерство освіти і науки України

(найменування центрального органу управління освітою, власник)

\_\_\_\_\_

Вінницький технічний коледж

(повна назва навчального закладу)

## ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

\_\_\_\_\_

**ЕОМ та мікропроцесори**

(назва навчальної дисципліни)

підготовки

\_\_\_\_\_

«Молодший спеціаліст»

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

зі спеціальності 5.05090101 – «Конструювання, виробництво і технічне  
обслуговування радіотехнічних пристроїв»

(код і назва спеціальності)

напряму

\_\_\_\_\_

6.050901 Радіотехніка

(код і назва напряму)

галузі знань

\_\_\_\_\_

0509 – «Радіотехніка, радіоелектронні апарати та зв'язок»

(шифр і назва галузі знань)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Цирульник Сергій Михайлович, викладач радіотехнічних дисциплін, к.т.н., доцент

---

Обговорено на засіданні предметної (циклової комісії )

«Радіотехніка»

(назва комісії)

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року, протокол N \_\_\_\_\_

Схвалено методичною радою

Протокол від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Голова методичної ради

Д. Ю. Довгань

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

## Вступ

Програма навчальної дисципліни

"ЕОМ та мікропроцесори"

складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

«Молодший спеціаліст»

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності 5.05090101 – «Конструювання, виробництво і технічне  
обслуговування радіотехнічних пристроїв»

(назва спеціальності)

напряму 6.050901 Радіотехніка

(назва напряму)

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є схемотехнічні аспекти побудови електронно-обчислювальних машин (ЕОМ), запам'ятовуючі пристрої ЕОМ, обмін інформації в мікро ЕОМ, інтерфейси мікропроцесорних систем (МПС), архітектура мікроконтролерів AVR, PIC, MS-51, інструментальні засоби підтримки розробників МПС і мікроконтролерів.

**Міждисциплінарні зв'язки:** електронні прилади та мікроелектроніка, сигнали і процеси в радіотехніці, схемотехніка радіотехнічних пристроїв, комп'ютерна техніка.

### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

1.1 Метою викладання навчальної дисципліни «ЕОМ та мікропроцесори» є формування знань і навиків їх використання в питаннях проектування радіотехнічних пристроїв з використанням мікропроцесорних систем.

1.2 Основними завданнями вивчення дисципліни «ЕОМ та мікропроцесори» є виховання професійної компетентності та професійного кругозору, уміння орієнтуватись у сучасній цифровій елементній базі та тенденціях розвитку мікропроцесорної техніки.

1.3 Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

- арифметичні та логічні основи мікропроцесорної техніки;
- архітектуру сучасних МП та мікро ЕОМ;
- сучасну елементну базу МПС;
- інтерфейсні ІМС й галузі їх застосування;
- систему команд мікроконтролерів AVR;
- елементну базу ІМС пам'яті, методи нарощування об'єму пам'яті;
- методи введення/виведення інформації в МПС;
- інтерфейси обміну даними, підходи до комп'ютерного аналізу та моделювання МПС.

**вміти:**

- застосовувати системний підхід до проектування МПС, проводити розробку структурних, функціональних і принципівих схем МПС;
- вибирати елементну базу, придатну для реалізації заданих робочих характеристик;
- використовувати перспективну елементну базу для реалізації МПС;
- застосовувати системи автоматизованого проектування в процесі розробки МПС;
- програмувати мікропроцесорні системи на мові асемблер;
- застосувати мікроконтролери в різних прикладних задачах

**Сформовані компетенції**

- сучасні уявлення про стан мікропроцесорної техніки і перспективи її розвитку, знання основ архітектури ЕОМ та мікропроцесорів, загальних принципів побудови та організації ЕОМ і обчислювальних систем;
- здатність використовувати професійно профільовані знання, уміння і навички в галузі схемотехніки радіотехнічних пристроїв для вивчення і читання електричних структурних, функціональних і принципівих схем різної РЕА та її каскадів.

- здатність розвивати вміння і навички самостійної роботи в галузі проектування радіоелектронних пристроїв, оволодівати методикою експериментування, закріплювати розрахункові, проектно-конструкторські і експериментальні уміння і навички.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 162 години.

Навчальна програма дисципліни складена згідно освітньо-професійної програми підготовки молодшого спеціаліста за галуззю знань 0509 – «Радіотехніка, радіоелектронні апарати та зв'язок». Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

1. Арифметичні та логічні основи мікропроцесорної (МП) техніки
2. Архітектура та структура МП та МПС
3. Однокристальні мікроконтролери
4. Функціональні вузли мікропроцесорних систем

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Арифметичні та логічні основи МП техніки**

2, 10, 8, 16, 2/10 системи числення. Переведення чисел з однієї системи в іншу. Представлення цілих та дробних чисел. Представлення позитивних та негативних чисел.

Логічні функції, таблиця відповідності. Булева Алгебра. Перетворення та спрощення формул. Карти Карно для 2, 3, 4 змінних. Логічні схеми. Базиси І-НЕ, АБО-НЕ. Схеми з декількома виходами

Реалізація дешифратора 4x16, схеми керування матричним індикатором 5x8. Моделювання розроблених схем у середовищі Proteus.

### **Розділ 2. Архітектура та структура МП та МПС**

Мікропроцесор, мікропроцесорна система (МПС), мікропроцесорний комплект, мікроконтролер, мікроконтвертор, мікрокомп'ютер. Класифікація мікропроцесорів. Універсальні та спеціалізовані мікропроцесори: сигнальні,

мультимедійні, трансп'ютери. Системні шини: адреси, даних, керування. Принципи магістральності, модульності та мікропрограмного керування побудови мікропроцесорних систем. Узагальнена структурна схема МПС.

RISC, CISC архітектура. Тактова частота ядра. Кеш пам'ять L1, L2. Динамічне виконання команд. Попереднє виконання команд. Буфер адрес переходів (BTB). Таблиця передісторії розгалужень (BHT). Конвеєр. Hyper Threading. Напрямок CMP. Напрямок SMT. Напрямок EPIC.

Процесори для вбудованих систем. Поняття архітектури мікропроцесора. Структурна схема мікропроцесора. Пристрій керування, АЛП, регістри: адреси, даних, команд, стану, акумулятор, лічильник команд, вказівник стеку. Структура мікропроцесорної системи. Постійний запам'ятовуючий пристрій, оперативний запам'ятовуючий пристрій, зовнішні запам'ятовуючі пристрої, пристрої введення даних, пристрої виведення даних, контролери керування.

Керування роботою МПС. Машинний цикл, цикл команди. Фаза виборки, фаза виконання. Програмно-керований обмін. Режим переривань. Векторне та радіальне переривання. Режим прямого доступу до пам'яті. Метод зупинки, метод захоплення. Послідовне та паралельне введення/виведення інформації.

Адресний простір МПС. Механізм адресації. Режими адресації: пряма, пряма регістрова, безпосередня, непряма, непряма регістрова, сторінкова, індексна, відносна. Модулі пам'яті, сигнали керування. Методи розширення адресного простору. Принципи методів вікна, базових реєстрів, банків та віртуальної пам'яті. Нарощування системної пам'яті при недостатній розрядності шини даних та адресної шини ІМС пам'яті.

Склад персонального комп'ютера (ПК). Структурна схема ПК з мостовою та хабовою архітектурою. Материнська плата. Південний та північний міст. Частота шини FSB. Шина пам'яті. Інтерфейси сучасних ПК

ОЗП, ПЗП, ПЛІС, FLASH. Класифікація та основні параметри ЗП. Статичні, динамічні ОЗП. Функціональні схеми ОЗП, ПЗП, ППЗП. Програмування ПЗП. Програмуємо логічні матриці, ПЛІС. ІМС FLASH пам'яті.

Функціональні схеми ІМС FLASH пам'яті. ІМС пам'яті з послідовним обміном даних. Шина I<sup>2</sup>C.

### **Розділ 3. Однокристалні мікроконтролери**

Узагальнена структурна схема AVR мікроконтролерів. Генератор тактового сигналу. CPU – процесор. ALU - Арифметико-логічний пристрій. Запам'ятовуючий пристрій SRAM. Файл регістрів загального призначення. Запам'ятовуючий пристрій FlashROM. Запам'ятовуючий пристрій EEPROM. Конфігурація пам'яті AVR. Архітектура мікроконтролера ATtiny2313 та ATmega8.

Класифікація команд за форматом, архітектурою, функціональним ознакам. Команди передачі даних, арифметичні, логічні та команди розгалуження, команди роботи з бітами. Регістр статусу – SREG.

Складання двох однобайтових чисел, двобайтових чисел. Складання двох двобайтових чисел з використанням непрямой адресації. Віднімання однобайтових, двобайтових чисел. Зчитування, запам'ятовування чисел з ОЗП, інкрементація, декрементація змісту комірок пам'яті.

Робота з ОЗП, EEPROM, портами I/O. Організація лічильника циклів. Визначення максимального, мінімального числа. Множення однобайтних чисел. Формування часової затримки. Складання програм для роботи з масивами. Складання циклічних програм. Складання підпрограм.

Периферійні пристрої. Структура порту В. Додаткові функції порту В. Регістр даних, регістр конфігурації, регістр виводів входу. Структура порту D. Додаткові функції порту D. Регістр даних, регістр конфігурації, регістр виводів входу. Простір I/O мікроконтролерів AVR. Показчик стека - Stack Pointer – SP. Регістр керування MCU. Принципи програмно-керуемого введення/виведення даних. Підключення АЦП до МП. Алгоритм введення й обробки даних з АЦП. Програма введення й обробки даних з АЦП.

Обробка переривань і скидання. Регістр масок зовнішніх переривань. Регістр прапорів зовнішніх переривань. Регістр масок переривання

таймерів/лічильників. Обмін даними за перериваннями. Схема передачі керування й розміщення команд передачі керування підпрограмам обробки переривань. Підпрограми обслуговування переривань введення даних з АЦП, виведення даних з ЦАП.

Структурна схема таймера – лічильника типу А, D. Дільник таймера – лічильника. Регістр керування таймером. Режими роботи. Структурна схема сторожового таймера. Регістр керування.

Склад і призначення сімейств PIC -контролерів. Мікроконтроллери сімейств PIC16CXXX і PIC17CXXX. Особливості архітектури мікроконтролерів сімейства PIC16CXXX. Мікроконтроллери підгрупи PIC16F8X. Основні характеристики. Особливості архітектури. Призначення виводів МК підгрупи PIC16F8X. Організація пам'яті програм і стека. Організація пам'яті даних. Регістри спеціального призначення. Порти введення/виведення. Модуль таймера і регістр таймера. Пам'ять даних в EEPROM. Організація переривань

Структурна схема однокристального мікроконтролера сімейства MS-51. Організація пам'яті. Пам'ять даних. Пам'ять програм. Основні функціональні блоки мікроконтролера сімейства MS-51 Система переривань. Блок таймерів/лічильників. Організація введення-виведення інформації. Блок послідовного інтерфейсу

#### **Розділ 4. Функціональні вузли мікропроцесорних систем**

Підсистема програмування. Технології програмування: ISP, JTAG, debugWire, BootLoader, HVSP, HVPP. Підсистема живлення. 2-х, 4-х, багатоканальне живлення. Фільтрація завад. Типові схеми живлення. Підсистема початкового скидання. Вузол апаратного скидання Power On, вузол детектора, Brown Out, вузол Watch Dog, вузол зовнішнього скидання. Супервізор живлення.

Підсистема синхронізації: on chip oscillator, HF, LF, CLK. Схеми формування тактової частоти.



Схема транзисторного ключа. Виконавчий пристрій з використанням реле. Застосування оптопари PC815 для керування реле. Пристрої управління на транзисторі Дарлінгтона. Пристрої управління на польовому транзисторі і МДН транзисторі із захистом. Схема із застосуванням оптоелектронної розв'язки. Схема вузла управління потужним навантаженням.

Схема підключення світлодіодного індикатора. Управління двома світлодіодами одним виходом МК. Включення трьох пар зустрічно-паралельних світлодіодів. Організація динамічної індикації. Схема реалізації динамічної індикації без додаткових елементів. Схема реалізації динамічної індикації з одним додатковим елементом. Схема реалізації динамічної індикації з регістром зсуву. Схема реалізації динамічної індикації з дешифратором. Схема реалізації динамічної індикації з двома додатковими елементами. Схема динамічної індикації з двома лініями керування. Підключення динамічного індикатора до МК AVR. Підключення LCD індикатора HD44780 до МК AVR.

Підключення контактного датчика до МК. Підключення кнопок або простих датчиків до МК. Підключення кнопок зміною напруги на аналоговому вході МК. Матрична клавіатура 4x3. Схема підключення клавіатури у вигляді матриці клавіш. Підключення клавіатури з використанням дешифратора Мультиплексорне управління матричною клавіатурою і семисегментним світлодіодним табло. Топологія клавіатури з одним контактором. Топологія клавіатури на 20 клавіш з 4 лініями сканування. Схеми підключення оптичних датчиків до МК. Двохнаправлена розв'язка з використанням оптронів із закритими оптичними каналами

Схема управління п'єзоелектричним динаміком на базі буфера ТТЛ/КМОН. Схема управління п'єзоелектричним динаміком на транзисторі. Схема управління зумером або сиреною. Схема генератора ультразвуку. Схема формування звукового сигналу апаратним способом. Пристрій управління двигуном постійного струму на базі реле. Блок-схема мостового пристрою управління L298N. Управління колекторним двигуном постійного струму. Вимірювання швидкості обертання двигуна. Управління безколекторним

двигуном постійного струму. Аналоговий мультиплексор

Внутрішній компаратор МК AVR. Структурна схема. Регістр ACSR. Схеми подачі сигналів на аналоговий компаратор МК. Особливості застосування при малій амплітуді періодичних сигналів (30-300мВ), при діапазоні змінних 0-Vcc неперіодичних сигналів. Схеми подачі високих напруг на лінії МК. Схеми прийому сигналів з телефонної лінії.

Схема найпростішого ЦАП на мікроконтролері. Перетворення коду в амплітуду імпульсів. Практична реалізація генератора пилкоподібного та синусоїдального сигналів. Схема ЦАП з широтно-імпульсною модуляцією. Перетворення коду в ширину імпульсів. Режим PWM таймера/ лічильника TC1 мікроконтролерів AVR. Підключення ІМС AD7233, MAX507, MAX508 до МК AVR.

Структурна схема модуля АЦП МК ATmega8/16. Вхідні канали, режими роботи, джерела зразкової напруги. Схеми подачі сигналів на внутрішній АЦП мікроконтролерів AVR. Блок схема побудови АЦП на мікроконтролері AVR з використанням ЦАП. Схеми підключення зовнішніх паралельних та послідовних АЦП до мікроконтролера. Схеми підключення АЦП ADS7818, MAZ151, MAX1242, MAX1101.

Структурна схема передавача та приймача UART. Регістр керування UDR та регістр стану USR. Алгоритм передачі та прийому інформації. Схема МПС з обміном МК та ПК. Структурна схема SPI. Вибір режиму роботи. Схема з'єднань двох МК. Алгоритм передачі/ прийому.

### 3. Рекомендована література

#### Основна

1. Мікропроцесорна техніка: Підручник/ Ю. І. Якименко, Т. О. Терещенко, Є. І. Сокол, В. Я. Жуйков, Ю. С. Петергеря. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”; “Кондор”, 2004. – 440с. – ISBN 966-622-135-7.
2. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника/ Е. П. Угрюмов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 528с. – ISBN 5-8206-0100-9.
3. Зубчук В. И. Справочное пособие по цифровой схемотехнике/ В. И. Зубчук,

- В. П. Сигорский, А. Н. Шкуро. – К.: Техника, 1990. – 448 с.– ISBN: 5-335-00584-X.
4. Корнеев В. В. Современные микропроцессоры / В. В. Корнеев, А. В. Киселев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 448 с. – ISBN 5-94157-385-5.
  5. Локазюк В. М. Мікропроцесори та мікроЕОМ у виробничих системах. Навчальний посібник для вузів. –Хмельницький: ТУП, 2001. – 244 с.
  6. Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel/ В. В. Гребнев. – М.: ИП Радиософт, 2002. – 176с. – ISBN 5-93037-091-5.
  7. Голубцев М. С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному/ М. С. Голубцев. – М.: Солон-Пресс, 2003. – 288 с. – ISBN 5-98003-034-4.
  8. Безуглов Д. А. Цифровые устройства и микропроцессоры / Д. А. Безуглов, И. В. Калиенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 468. – ISBN 978-5-222-13917-2.
  9. Ревич Ю. В. Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR на языке ассемблера/ Ю. В. Ре-вич. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 384 с. (Аппаратные средства) .– ISBN 978-5-9775-0277-1.
  10. Рюмик С. М. 1000 и одна микронтроллерная схема. Вып. I/ С. М. Рюмик. – М. : Додэка-XXI, 2010. –356 с. – ISBN 978-5-94120-21-9.
  11. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн.2. Цифрова схемотехніка: Підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та інш. – К.: Вища шк., 2004. – 423 с. – ISBN 966-642-200-X.
  12. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн.3. Мікропроцесори та мікроконтролери: Підручник/ В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та інш. – К.: Вища шк., 2004. – 399с. – ISBN 966-642-193-3.
  13. Хартов В. Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих/ В. Я. Хартов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 240 с. – ISBN 978-5-7038-3051-2.
  14. Микропроцессорные системы: Учебное пособие для вузов / Е. К. Александров, Р. И. Грушвицкий, М. С. Куприянов, О. Е. Мартынов,; Под общ. ред. Д. В. Пузанкова. — СПб.: Политехника, 2002. – 935 с. – ISBN 5-7325-0516-4.
  15. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем/ С.М. Цирульник, Г.Л. Лисенко. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 191с. – ISBN 978-966-641-463-5
  16. Шалатонин И. А. Микропроцессоры и ПЭВМ: Курс лекций / И. А. Шалатонин. – Мн.: БГУ, 2004.–141с. – ISBN 985-485-177-X

#### **Додаткова**

1. Болл С. Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров/ С. Р. Болл. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 360 с. – ISBN 978-5-94120-142-6.
2. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы,

- программы/ В. Н. Баранов. – М.: Издательский дом «Додека -XXI», 2004. – 288 с. (серия «Мировая электроника»). – ISBN 5-94120-075-7.
3. Белов А. В. Конструирование устройств на микроконтроллерах/ А. В. Белов. – СПб.: «Наука и Техника», 2005. – 256 с. – ISBN 5-94387-155-1.
  4. Белов А. В. Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике/ А. В. Белов. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 352 с. – ISBN 978-5-94387-365-2.
  5. Белов А. В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR/ А. В. Белов. – СПб.: Наука и Техника, 2008. – 544 с. – ISBN 978-5-94387-363-8.
  6. Белов А. В. Создаем устройства на микроконтроллерах/ А. В. Белов. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 304 с. – ISBN 978-5-94387-364-3.
  7. Вальпа О. Д. Полезные схемы с применением микроконтроллеров и ПЛИС/ О. Д. Вальпа – М: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 416 с. – (Серия «Программируемые системы»). – ISBN 5-94120-129-X.
  8. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств/ Г. И. Волович. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528 с. – ISBN 5-94120-074-9.
  9. Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL» /А. В. Евстифеев. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 560 с.– ISBN 5-94120-081-1.
  10. Кардашев Г.А. Цифровая электроника на персональном компьютере Electronics Workbench и Micro-Cap/ Г. А. Кар-дашев. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 311с. – ISBN 5-93517-140-6.
  11. Кравченко А. В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. Книга 1/ А. В. Кравченко. – М.: Издательский дом "Додэка-XXI, К.: "МК-Пресс", 2008. – 224с. – ISBN 978-5-94120-205-8, ISBN 978-966-8806-41-4.
  12. Кравченко А. В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. Книга 2/ А. В. Кравченко. – К.: «МК-Пресс», СПб.: «Корона-Век», 2009. – 320с. – ISBN 978-966-8806-58-2, ISBN 978-5-7931-0532-3.
  13. Лебедев М. Б. CodeVisionAVR: пособие для начинающих/ М. Б. Лебедев. – М.: Додэка-XXI, 2008. –592 с. – ISBN 978-5-94120-192-1.
  14. Мортон Дж. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс/ Дж. Мортон; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Додека -XXI», 2006. – 272с. – ISBN 5-94120-096-X.
  15. Рюмик С. М. Интерфейс I2C. Технические подробности/ С. М. Рюмик//Радиоаматор. – 2004. –№1, 2. – С.35-39,29-31
  16. Рюмик С. М. Микроконтроллеры AVR/ С. М. Рюмик//Радиоаматор. – 2005. –№1-11. – С.35-39

17. Рюмик С. М. Микроконтроллеры USB/ С. М. Рюмик//Радиоаматор. – 2007. – №2-5. – С.36-41, 35-41, 35-39, 34-39
18. Рюмик С. М. Сетевые микроконтроллеры/ С. М. Рюмик//Радиоаматор. – 2008. –№4-12. – С.32-36, 32-34, 32-34, 32-34, 32-34,32-36,34-38, 34-37, 32-36
19. Рюмик С. М. Микроконтроллеры GSM/ С. М. Рюмик//Радиоаматор. – 2009. –№2, 3-4, 5-12. – С.46-50, 47-51, 46-50, 48-51, 46-49, 49-53,46-50.
20. Рюмик С. М. Микроконтроллеры DUINO/ С. М. Рюмик//Радиоаматор. – 2010. –№2,3-4,5. – С.48-51, 56-61, 44-48.
21. Точки Р. Д. Цифровые системы. Теория и практика/ Р. Д. Точки, Н. С. Уидмер; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с. – ISBN 5-8459-0586-9.
22. Трамперт В. AVR-RISC микроконтроллеры.: Пер. с нем./В. Трамперт. – К.: «МК-Прес», 2006. – 464 с. – ISBN 966-8806-07-7, 3-7723-5476-9.
23. Трамперт В. Измерение, управление и регулировка с помощью AVR микроконтроллеров/ В. Трамперт; пер. с нем. – К.: «МК-Пресс», 2006. – 208 с. – ISBN 966-8806-14-X.
24. Уилкинсон Б. Основы проектирования цифровых схем; пер. с англ./ Б. Уилкинсон. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 320 с. – ISBN 5-8459-0685-7.

#### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Залік

#### **5. Засоби діагностики успішності навчання**

Специфіка викладання курсу полягає у використанні двох видів контролю: поточного і підсумкового.

Поточний контроль включає в себе:

- тестування – така форма контролю дозволяє перевірити загальну підготовку студентів до кожного заняття, проводяться регулярно на вибірковій основі;
- розв’язування задач – така форма контролю дозволяє перевірити знання основних положень заданої теми, формувати логічне мислення студентів, проводиться на окремих заняттях;

- опитування – проводиться з метою виявлення вміння студентами оперувати вчитаним викладачем матеріалом, відповідати на додаткові питання, проводиться регулярно на вибірковій основі;
- самостійна робота – така форма контролю дозволяє виявити вміння чітко, логічно і послідовно відповідати на поставлені запитання, вміння працювати самостійно.