

# Донбаська державна машинобудівна академія

Кафедра комп'ютеризованих мехатронних систем інструменту і технологій

Затверджую:

Декан факультету машинобудування

\_\_\_\_\_ Кассов В.Д.  
« \_\_\_\_\_ » 2019 р.

Гарант освітньої програми:

доктор техн. наук, професор

\_\_\_\_\_ Ковальов В.Д.  
« \_\_\_\_\_ » 2019 р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри

комп'ютеризованих мехатронних

систем інструменту і технологій

Протокол № 1 від 27 серпня 2019 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Васильченко Я. В.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Мехатронні системи»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОНП «Галузеве машинобудування»

Факультет Машинобудування

Розробник: Мельник М. С., к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту і технологій, канд. техн. наук, доцент

Краматорськ – 2019 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Показники                                                                                             |        | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                                                                   | Характеристика навчальної дисципліни |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
|                                                                                                       |        |                                                                                                                                    | денна                                | заочна |
| денна                                                                                                 | заочна | Галузь знань:<br>13 «Механічна інженерія».<br>Спеціальність:<br>133 «Галузеве машинобудування».<br>ОНП: «Галузеве машинобудування» | Вибіркова                            |        |
| Кількість кредитів                                                                                    |        |                                                                                                                                    |                                      |        |
| 6,5                                                                                                   | -      |                                                                                                                                    |                                      |        |
| Загальна кількість годин                                                                              |        |                                                                                                                                    | Рік підготовки                       |        |
| 195                                                                                                   | -      |                                                                                                                                    | 1                                    | -      |
| Модулів – 1                                                                                           |        |                                                                                                                                    | Семестр                              |        |
| Змістових модулів – 4                                                                                 |        |                                                                                                                                    | 1, 2                                 | -      |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання                                                               |        |                                                                                                                                    | Лекції                               |        |
| _____ (назва)                                                                                         |        |                                                                                                                                    | 30                                   | -      |
| Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 4/1 самостійної роботи студента – 6/0,7 |        |                                                                                                                                    | Практичні/Лабораторні                |        |
|                                                                                                       |        | 15 лр, 15 пр, 18 кпр                                                                                                               | -                                    |        |
|                                                                                                       |        | Самостійна робота                                                                                                                  |                                      |        |
|                                                                                                       |        | 117 (в т. ч. 27 ісз)                                                                                                               | -                                    |        |
|                                                                                                       |        | Вид контролю                                                                                                                       |                                      |        |
|                                                                                                       |        | іспит                                                                                                                              | -                                    |        |

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання - 78/102

## 2. Загальні відомості

Викладання дисципліни має метою підготовку інженера – механіка, що вміє самостійно задовольняти потреби конструювання, виробництва та експлуатації сучасних металорізальних верстатів з електронними системами керування, промислових роботів і супутнього устаткування.

При розгляді курсу використовуються знання з суміжних дисциплін, які наведені в таблиці.



### Семестровий графік заочна форма навчання

| Вид навчальних занять або контролю | Розподіл між учбовими тижнями |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                    | 1                             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Лекції                             | 6                             |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Пр. роботи                         | 2                             |    |    |    |    |    |    | 4  |    |    |    |    |    |    |    |
| Сам. робота                        | 0                             | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 6  |
| Консультації                       |                               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К  |
| Контр. роботи                      |                               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Модулі                             | M1                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Контроль по модулю                 |                               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | K1 |

ВК – вхідний контроль; ПР - захист практичної роботи; К1– письмова контрольна робота; ЗСР – захист самостійної роботи; К – консультація; А – атестація.

Курсова робота виконується протягом другого семестру відповідно до розкладу занять.

### 3. Мета і задачі дисципліни

Мета дисципліни – вивчення принципів побудови мехатронних машин, роботів і верстатів з використанням сучасних приводів і мікропроцесорних систем керування. Формування уяви про потенційні можливості сучасних мехатронних систем. Створення навичок розробки структури мехатронних верстатів, алгоритмізації робочого процесу і програмування мікропроцесорних систем керування.

Задачі вивчення дисципліни:

- Дати студентам необхідні знання про принципи побудови сучасних мехатронних систем і верстатів.
- Навчити студентів обирати найбільш ефективну для конкретного випадку структуру верстата, спосіб і систему керування, тип приводу і датчиків, а також грамотно і ефективно застосовувати у своїх розробках електронні системи керування.
- Сформувати у студентів чітку уяву про побудову і можливості сучасних електронних мікропроцесорних систем керування, і навчити їх основам проектування і програмування таких систем.

#### 4. Тематичний план

##### 4.1. Розподіл навчального часу за темами

| Найменування розділів, тем                                                         | Розподіл за семестрами та видами занять |           |           |           |          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
|                                                                                    | Всього                                  | Лекції    | Практ     | Л.р.      | Конт.    | СРС       |
| <b>Розділ 1 Ведення.</b>                                                           | <b>4</b>                                | <b>2</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b> | <b>2</b>  |
| Тема 1.1 Загальні поняття, основні принципи мехатроніки та робототехніки.          | 1                                       | 1         | -         | -         | -        | -         |
| Тема 1.2 Застосування мехатроніки у верстатобудуванні, та переваги такого підходу. | 3                                       | 1         | -         | -         | -        | 2         |
| <b>Розділ 2 Основи цифрової техніки.</b>                                           | <b>34</b>                               | <b>8</b>  | <b>2</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b> | <b>24</b> |
| Тема 2.1 Основи алгебри логіки.                                                    | 12                                      | 2         | 2         | -         | -        | 8         |
| Тема 2.2 Цифрові елементи та запам'ятовуючі пристрої.                              | 12                                      | 4         | -         | -         | -        | 8         |
| Тема 2.3 Загальні відомості по мікропроцесорним системам                           | 10                                      | 2         | -         | -         | -        | 8         |
| <b>Розділ 3. Мікроконтролери</b>                                                   | <b>74</b>                               | <b>10</b> | <b>14</b> | <b>10</b> | <b>-</b> | <b>40</b> |
| Тема 3.1 Загальна побудова мікроконтролера сімейства AVR                           | 9                                       | 1         | -         | -         | -        | 8         |
| Тема 3.2 Ядро і система команд AVR                                                 | 17                                      | 3         | 4         | 2         | -        | 8         |
| Тема 3.3 Порти вводу-виводу.                                                       | 14                                      | 2         | 2         | 2         | -        | 8         |
| Тема 3.4 Таймери-лічильники                                                        | 18                                      | 2         | 4         | 4         | -        | 8         |
| Тема 3.5 Система переривань.                                                       | 16                                      | 2         | 4         | 2         | -        | 8         |
| <b>Розділ 4 Датчики і перетворювачі.</b>                                           | <b>16</b>                               | <b>6</b>  | <b>-</b>  | <b>2</b>  | <b>-</b> | <b>8</b>  |
| Тема 1.1 Загальні поняття, класифікація.                                           | 1                                       | 1         | -         | -         | -        | -         |
| Тема 1.2 Датчики, шляху, положення, переміщення.                                   | 15                                      | 5         | -         | 2         | -        | 8         |
| <b>Розділ 5 Сервопривод.</b>                                                       | <b>22</b>                               | <b>4</b>  | <b>-</b>  | <b>2</b>  | <b>-</b> | <b>16</b> |
| Тема 2.1 Електропривод постійного струму.                                          | 10                                      | 2         | -         | -         | -        | 8         |
| Тема 2.2 Кроковий електропривод.                                                   | 12                                      | 2         | -         | 2         | -        | 8         |
| Контрольна робота                                                                  | 1                                       | -         | -         | -         | 1        | -         |
| <b>Всього</b>                                                                      | <b>150</b>                              | <b>30</b> | <b>16</b> | <b>14</b> | <b>1</b> | <b>90</b> |

## 4.2 Теми для самостійного вивчення.

### Тема 1. Таймери.

- Структура таймерів.
- Застосування таймерів для відліку часу.
- Застосування таймерів для вимірювання часу.
- Застосування таймерів для підрахунку подій.
- Застосування таймерів для формування аналогових сигналів.
- Система переривань таймерів.

**Література:** [9, с. 13-19], [2,3,13, 14]

### Тема 2. Універсальний асинхронний прийоморередавач.

- Структура і можливості.
- Формат даних.
- Налаштування і програмування.
- Переривання.

**Література:** [9, с.21-24], [2,3,13, 14]

### Тема 3. Аналоговий компаратор.

- Призначення.
- Програмування.
- Переривання.

**Література:** [9, с.25-26], [2,3,13, 14]

## 4.3. Лекції

### Розділ 1. Введення.

**Тема 1.1 Лекція 1.** Загальні поняття, основні принципи мехатроніки та робототехніки.

- Виникнення мехатроніки як спеціальності.
- Основний зміст мехатроніки як навчальної дисципліни.

**Тема 1.2 Лекція 2.** Застосування мехатроніки у верстатобудуванні, та переваги такого підходу.

У лекції використовуються плакати, слайди.

### Розділ 2. Основи цифрової техніки.

**Тема 2.1 Лекція 3.** Основи алгебри логіки

- Системи числення.
- Базові логічні функції.
- Реалізація арифметичних функцій на основі логічних.

**Література:** [1, 2, 3]

У лекції використовуються плакати, слайди.

**Тема 2.2 Лекція 4.** Цифрові елементи та запам'ятовуючі пристрої.

- Базові логічні елементи.
- Шифратори, дешифратори, мультиплексори.
- Тригери.
- Регістри.
- Лічильники.

**Література:** [1, 2, 3]

У лекції використовуються плакати, слайди.

**Тема 2.3 Лекція 5.** Загальні відомості по мікропроцесорним системам

- Класифікація та побудова мікропроцесорів.
- Механізми виконання основних машинних циклів.

**Література:** [1, 2, 3]

У лекції використовуються плакати, слайди.

### Розділ 3. Мікроконтролерні системи керування.

**Тема 3.1. Лекція 6.** Загальна побудова мікроконтролера сімейства AVR.

- Шинна організація.
- Ядро.

- Пам'ять програм.
- Пам'ять даних.
- Периферійні пристрої.

**Література:** [9, с. 1-2], [13, 14]

У лекції використовуються плакати, слайди.

### **Тема 3.2. Лекція 7.** Ядро і система команд AVR.

- Арифметико-логічний пристрій.
- Файл реєстрів загального призначення.
- Режими роботи ядра.

**Література:** [9, с. 3-7], [13, 14]

У лекції використовуються плакати, слайди.

### **Тема 3.3. Лекція 8.** Порти вводу-виводу. Система переривань.

- Карта адрес портів вводу-виводу.
- Зовнішні порти.
- Зв'язок з вбудованими периферійними пристроями.
- Альтернативні функції зовнішніх ліній.
- Поняття переривання.
- Приоритет переривань.
- Відпрацювання переривань.
- Налаштування і маскування переривань.

**Література:** [9, с. 2, 27-31], [13, 14]

У лекції використовуються плакати, слайди.

## **Розділ 4.** Датчики і перетворювачі.

### **Тема 1.1. Лекція 9.** Загальні поняття.

- Загальні поняття.
- Класифікація датчиків і перетворювачів.

**Література:** [4,5,10,11]

У лекції використовуються плакати, слайди.

### **Тема 1.2. Лекція 2.** Датчики, шляху, положення, переміщення.

- Дискретні датчики шляху, та кінцеві вимикачі.
- Імпульсні інкрементальні датчики шляху.
- Кодові абсолютні датчики положення.
- Аналогові фазові перетворювачі: сельсини, індуктосини.
- Потенціометричні аналогові перетворювачі положення.

**Література:** [4,5,10,11]

У лекції використовуються плакати, слайди, натурні зразки.



**Тема 1.3. Лекція 10.** Датчики температури, тиску, деформації, зусилля.

- Термопары.
- Терморезистори.
- Тензорезистори.
- Магнітопружні перетворювачі зусилля.
- П'єзоелектричні перетворювачі.
- Акселерометри.

**Література:** [4,5]

У лекції використовуються плакати, слайди, натурні зразки.

**Розділ 5. Сервопривод.****Тема 2.1. Лекція 11.** Електропривод постійного струму.

- Загальна характеристика.
- Способи керування.
- Особливості двигунів постійного струму для сервоприводів

**Література:** [6, 10, 11]

У лекції використовуються плакати, слайди.

**Тема 2.2. Лекція 12.** Кроковий електропривод.

- Загальна характеристика.
- Способи керування.
- Способи живлення і комутації.
- Галузі ефективного застосування.
- Засоби покращення динамічних характеристик.

**Література:** [7, 10, 11]

У лекції використовуються плакати, слайди, натурні зразки.

#### 4.4. Лабораторні роботи

|         | № роботи | Найменування роботи                                                            | Література | Обсяг, годин |
|---------|----------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|
| Розд.3  | 1        | Вивчення інтегрованого середовища розробки програмного забезпечення AVR Studio | [2]        | 2            |
|         | 2        | Лінійні алгоритми                                                              | [2]        | 2            |
|         | 3        | Програмування зовнішніх портів, цикли                                          | [2]        | 2            |
|         | 4        | Підпрограми та переривання, використання таймерів.                             | [2]        | 2            |
| Розд.4. | 5        | Вивчення побудови датчиків шляху різних типів                                  | [4, 5]     | 2            |
| Розд.5. | 6        | Вивчення динамічних властивостей крокового електроприводу                      | [6, 7]     | 2            |

#### 4.5. Контрольні роботи

Контроль вивчення матеріалу даного курсу виконується за допомогою письмових контрольних робіт та розрахунково-графічної роботи. Метою проведення контрольних робіт є забезпечення регулярності вивчення матеріалу, контроль рівня засвоювання матеріалу та оцінка ступеню розуміння матеріалу, що викладається. Зміст розрахунково-графічної роботи наведений у додатку А.

### 5. Навчально – методичні матеріали

#### Список основної літератури

1. Токхайм Р. Микропроцессоры.: Курс и упражнения. Под ред. В.Н.Грасевича – М.:Энергомашиздат 1988-336с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы "ATMEL" .-2004 .-558 .-63.30
3. Бродин В.Б., Шагурин М.И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс:Справочник .-М.:ЭКОМ,1999 .-400
4. Виглеб Г. Датчики: Устройство и применение/Перевод с нем. М.А.Хацернова .-М.:Мир,1989 .-196
5. Поливанов В.А., Волкова Н.А. Электронные и электро-механические датчики Balluff для систем автоматизации//Мир техники и технологий.-2005.- 9 .-48-51

6. Москаленко В.В. Электрический привод: Учебное пособие .- М.:Мастерство, 2001 .-368
7. Гумен В.Ф., Калининская Т.В.Следящий шаговый электропривод .- Л.:Энергия,1980 .-168
8. Егоров В.Ф. , Егоров С.В. Электропривод металлургических машин и агрегатов:Учебное пособие .-Новокузнецк,2002 .-336
9. AT90S2313 Datasheet. Atmel
10. Сосонкин В.П. Микропроцессорные системы ЧПУ. М.:Машиностроение 1985.-288с.
11. Ратмиров В.А. Управление станками гибких производственных систем – М.:Машиностроение 1986.

#### **Список додаткової літератури**

12. Андреев Г.И., Богачев Ю.П., Кондриков А.И. "Электроприводы для станков с ЧПУ." "Станки и инструменты" , N 8 , 1978
13. ATmega8515 Datasheet. Atmel
14. ATmega128 Datasheet. Atmel

**Додаток А.**

Зміст курсової роботи.

1. Розробка схеми формоутворення і технології обробки деталі.
2. Розробка структури мехатронного верстата.
3. Вибір типу датчиків, приводу, керуючого мікроконтролера.
4. Розробка алгоритму роботи мікроконтролера.

**Додаток Б.**

Завдання для розрахунково-графічної роботи.

1. Верстат для засвердлення торців заклопок з автоматичним завантаженням і розвантаженням виробів.
2. Верстат для обробки торців і центрових отворів в циліндричних заготовках з автоматичним завантаженням і розвантаженням виробів.
3. Токарний мехатронний автомат для виготовлення гайок із шестигранного прокату з автоматичною подачою прутків.
4. Токарний мехатронний автомат для виготовлення болтів із шестигранного прокату з автоматичною подачою прутків.
5. Токарний мехатронний автомат для виготовлення плоских шайб із круглого прокату з автоматичною подачою прутків.
6. Токарний мехатронний автомат для виготовлення зовнішніх кілець кулькового радіального підшипника із труби з автоматичною подачою труби.
7. Токарний мехатронний автомат для виготовлення внутрішніх кілець кулькового радіального підшипника із труби з автоматичною подачою труби.
8. Токарний мехатронний автомат для виготовлення кілець кулькового упорного підшипника із труби з автоматичною подачою труби.
9. Заточний автомат для гострення дискових пил з різною кількістю зубів з автоматичною компенсацією зносу круга.
10. Свердлильний автомат для обробки стружковивідних отворів у плашках з можливістю обираєння кількості отворів і з автоматичним завантаженням і розвантаженням виробів.
11. Автомат для складання приводних роликів ланцюгів.
12. Автомат для фрезерування стружковивідних канавок на кінцевих фрезах зі змінним кроком зубів
13. Заточний автомат для гострення сверл по гвинтовій поверхні з автоматичним завантаженням і розвантаженням сверл.
14. Автомат для шліфування опорної поверхні квадратних пластин з твердого сплаву з автоматичним завантаженням і розвантаженням пластин.
15. Автомат для фрезерування шліців на корончатих гайках з автоматичним завантаженням і розвантаженням виробів.

16. Токарний автомат для виготовлення розрізних кілець для поршнів автомобільних двигунів із трубної заготовки з автоматичною подачою труби.
17. Автомат для зенкерування і розвертування отворів в шатунах малих бензинових двигунів з автоматичним завантаженням і розвантаженням виробів.
18. Зуборізний напівавтомат для обробки циліндричних колес черв'ячними модульними фрезами.
19. Зуборізний напівавтомат для обробки зубів храпових колес.
20. Автомат для обробки пазів і викружок на колесах мальтійських механізмів.
21. Автомат для навивання циліндричних пружин.
22. Токарний мехатронний автомат для виготовлення роликів сферичного двохрядного роликотіпідшипника із круглого прокату з автоматичною подачою прутка.
23. Токарний мехатронний автомат для виготовлення внутрішніх втулок приводних роликів ланцюгів із круглого прокату з автоматичною подачою прутка.
24. Токарний мехатронний автомат для виготовлення трубних муфт з внутрішньою різьбою із трубної заготовки з автоматичною подачою труби.
25. Шліфувальний напівавтомат для чистового затилування дискових фасонних фрез