

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем»

(202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Сергій САШКО
(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« 30 » серпня 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Апаратне та програмне забезпечення виробництва

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

(Шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

(Код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерний дизайн та 3-D моделювання»

(Найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Введено в дію з 1.09.2025

Розробник: ст. викладач каф. 202 Белявський О. В.

(Прізвище та ініціали, посада науковий ступінь та вчене звання)



(Підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
«Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем»

(Назва кафедри)

Протокол № 1 від «30» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри, д. т. н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)



підпис

Баранов О. О.

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувача освіти:



(підпис)

Олександр РИДА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Белявський Олександр Вадимович

Посада: старший викладач каф. 202

Науковий ступінь: немає

Вчене звання: немає

Перелік дисциплін, які викладає:

- мікропроцесорні пристрої автоматики;
- гідро-електромеханічні приводи обладнання з ЧПК;
- особливості використання мікро та наноструктур у вимірювальній техніці;
- виробнича практика.

Напрями наукових досліджень: цифрова та мікропроцесорна техніка; вимірювання фізичних величин; вимірювальні перетворювачі.

Контактна інформація: o.bieliavskiy@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	7
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова, ОК26
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	4 кредити ЄКТС / 120 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗО – 56);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, РГР, семестровий контроль – залік.
Пререквізити	Вища математика, основи програмування
Кореквізити	Комп'ютерне проектування виробів та технології виробництва (КП)
Постреквізити	Кваліфікаційна робота бакалавра

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей

та очікуваних результатів навчання

Мета вивчення дисципліни є надання студентам знань та вмінь аналізу та розробки мікропроцесорних (МП) пристроїв автоматики роботизованих об'єктів машинобудування, зокрема, верстатів з ЧПК, промислових роботів, знань функціональної структури засобів електронно-обчислювальної техніки, проектування програмного забезпечення.

Завдання: полягають у вивченні методів проектування, структурного та математичного моделювання мікропроцесорних пристроїв керування технологічним обладнанням у автоматизованім механічнім виробництві.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральні компетентності:

Володіння персональним комп'ютером та САПР математичного моделювання; здатність критичного мислення.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення;
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні;
- ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК14. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів не доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язувань інженерних задач галузевого машинобудування;
- ФК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації.
- ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі;

ПРН3. Знати і розуміти структуру систем автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання;

ПРН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу;

ПРН12. Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Загальні принципи автоматизації виробництва

Тема 1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ КЕРУВАННЯ

Мета теми: постановка завдання автоматизації сучасного виробництва.

План лекційних занять (навчальні питання):

1.1. Системи автоматики, їх роль та місце у сучасному механічному виробництві.

1.1.1. Принципи побудови систем автоматичного управління.
(Eshby, добудова/спрощення)

1.1.2. Фундаментальні принципи керування. Загальні положення теорії керування. Принцип розімкненого керування. Принцип компенсації. Регулювання за зворотнім зв'язком.

1.2. Промислові мережеві цифрові системи автоматичного керування (ЦПМ)

1.2.1. Історія розвитку мережевих систем керування розподіленим ТО.

1.2.2. Загальні принципи роботи мережевих систем керування розподіленим виробництвом.

1.2.3. Функції та структура інтегрованого програмного середовища «Woonderware Suite»

- *Практичне заняття:* Синтез комбінаційної логічної схеми (KLS).

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекції. Формування запитань до викладача. Системи керування автоматизованим механічним виробництвом. Структура сучасного автоматизованого виробництва (PLC, SCADA, MES, ERP). Цифрові мережеві системи автоматизованого керування промисловим виробництвом. Типові технологічні процеси механічного виробництва та засоби їх автоматизації. Фундаментальні принципи керування. Принцип розімкненого керування. Принцип компенсації. Принцип регулювання за зворотнім зв'язком.

Тема 2. ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР (ПЛК)

Мета лекції: вивчення структурної організації ПЛК та методів автоматизації промислових систем на їх основі.

План лекції (навчальні питання):

2.1. Структура та принцип дії ПЛК. Різновиди ПЛК.

2.2. Принципи обробки інформації у ПЛК.

2.3. Інтерфейси обміну даними з периферійними пристроями та ТО.

Практичне заняття: Синтез комбінаційної логічної схеми (KLS_ARD).
Самостійна робота здобувача освіти:

Опрацювання матеріалу лекції. Формування запитань до викладача. Структура ПЛК. Базові принципи функціонування ПЛК. Призначення і структурно-функціональний склад ПЛК. Стандартні інтерфейси зв'язку ПЛК з периферією.

Тема 3. ПРОГРАМУВАННЯ ПЛК ЗА СТАНДАРТОМ МЕК 61131/3

Мета теми: опанування методами програмування ПЛК.

План лекційних занять (навчальні питання):

3.1. Програмування ПЛК мовою FBD (Funktional Block Diagram)

3.1.1. Базові принципи програмування мовою FBD.

3.1.2. Базові функціональні блоки мови FBD та їх властивості.

3.1.3. Лінгвістичні засоби надання інтерфейсних сполучень.

3.1.4. Методи вирішення систем алгебраїчних рівнянь мовою FBD.

3.2. Програмування ПЛК мовами LD (Ladder Diagram) та ST (Structured Text)

3.2.1. Базові принципи програмування мовою LD.

3.2.2. Базові лінгвістичні конструкції мови ST та приклади їх застосування.

3.2.3. Методи надання змінних та констант лексикою мови ST.

3.3. Порівняльні характеристики мовних засобів програмування ПЛК.

3.4. Використання входів ПЛК та їх специфікація.

Практичне заняття: програмування ПЛК фірми «Овен» в середовищі *Owen Logic*.

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу лекції. Формування запитань до викладача. Методи розробки програмного забезпечення до ПЛК за стандартом МЕК 61131/3.

Програмування ПЛК мовою FBD. Програмування ПЛК мовою LD. Програмування ПЛК мовою ST.

Тема 4. SCADA-СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

Мета теми: вивчення методів керування розподіленим виробництвом.

План лекційних занять (навчальні питання):

4.1. Загальні поняття та технічні характеристики SCADA-систем.

4.2. СК розподіленим ТО. САПР «MASTERSCADA».

4.3. Мережеві інтерфейси. MODBUS. OPC сервер.

- 4.4. Призначення та характеристики OPC сервера.
- 4.5. Налаштування MASTER-SCADA OPC-сервера фірми INSAT.
- 4.6. Переваги та недоліки мережевих систем керування розподіленим

ТО.

Практичне заняття: програмування ПЛК фірми «Овен» в САПР Owen Logic

- *Самостійна робота здобувача освіти:* Опрацювання матеріалу лекції. Формування запитань до викладача. Автоматизовані MMI/SCADA системи, їх призначення та характеристики. Місце та функції SCADA-систем у сучаснім виробництві. Мережевий інтерфейс MODBUS. Призначення та функціонування OPC сервера.

Змістовний модуль 2. Групове керування технологічним обладнанням

Тема 5. СИСТЕМИ ГРУПОВОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ

Мета теми: вивчення методів розробки систем групового керування технологічним обладнанням

План лекційних занять (навчальні питання):

- 5.1. Електричний привод ПР на базі ДПС.
- 5.2. Математична модель виконавчої системи маніпуляційного робота.
- 5.3. Розуміння складної робототехнічної системи (СРС). Модель СРС.
- 5.4. Кінцевий автомат, як модель об'єкту керування.
- 5.5. Групове керування обладнанням (ГКО). Групове керування СРС.
- 5.6. Алгоритми диспетчеризації групового керування технологічним процесом.

- *Практичне заняття: Налаштування вимірювальної мережі з використанням OPC-сервера. (OPC)*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу теми. Формування запитань до викладача. Складна робототехнічна система. Моделі багатозв'язкових систем автоматичного керування. Принципи групового керування розподіленим технологічним обладнанням. Принципи проектування СК на базі цифрових кінцевих автоматів. Диспетчеризація групового керування ТО.

Тема 6. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПРИВОДАМИ

Мета теми: вивчення методів використання типових силових електричних приводів.

План лекційних занять (навчальні питання):

- 6.1. Двигун постійного струму (ДПС) та системи керування ДПС.
- 6.2. Асинхронний двигун (АД). Режими керування АД.
- 6.3. Кроковий двигун (КД). Режими та методи керування КД.

- *Практичне заняття: розробка системи керування кроковим двигуном (LR31 MATLAB)*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу теми. Формування запитань до викладача. Методи керування електричним двигуном незмінного струму. Методи керування асинхронним двигуном змінного струму. Методи керування кроковим двигуном.

Тема 7. Сучасні системи числового програмного керування

Мета теми: Вивчення питань розробки систем ЧПК складним механооброблювальним обладнанням.

1. Класифікація систем ЧПК.
2. Загальні принципи побудови систем ЧПК.
3. Проблема реального часу в системах ЧПК.
4. Побудова віддалених терміналів ЧПК.
5. Завдання керування:

- геометрична задача;

- логічна задача: (керування електро- гідро автоматикою верстата);

- термінальна задача.

- *Практична робота: Розробка керувальної програми токарної обробки на верстаті ЧПК ТПК-125ВН. (LT24)*

- *Самостійна робота здобувача освіти:*

Опрацювання матеріалу теми. Формування запитань до викладача.

Контрольні запитання до модулів 1, 2

1. Системи керування автоматизованим механічним виробництвом.
2. Структура сучасного автоматизованого виробництва (PLC, SCADA, MES, ERP).
3. Цифрові мережеві системи автоматизованого керування промисловим виробництвом.
4. Типові технологічні процеси механічного виробництва та засоби їх автоматизації.
5. Фундаментальні принципи керування. Принцип розімкненого керування. Принцип компенсації. Принцип регулювання за зворотним зв'язком.
6. Автоматизовані MMI/SCADA системи, їх призначення та характеристики.
7. Види автоматичного управління. Стабілізація. Програмне управління. Екстремальне та оптимальне управління.
8. Зворотний зв'язок та його дія на систему керування. Види зворотного зв'язку. Вплив зворотного зв'язку на сталість об'єкту керування.
9. Базові ланки систем автоматики та їх моделювання.
10. Сталість керованих об'єктів і систем автоматичного керування.
11. Базові принципи функціонування ПЛК.
12. Призначення і структурно-функціональний склад ПЛК.
13. Стандартні інтерфейси зв'язку ПЛК з периферією.
14. А/Ц та Ц/А перетворення даних.

15. Методи розробки програмного забезпечення до ПЛК за стандартом МЕК-61131/3.
16. Програмування ПЛК мовою FBD.
17. Програмування ПЛК мовою LD.
18. Програмування ПЛК мовою ST.
19. Автоматизовані MMI/SCADA системи, їх призначення та характеристики.
20. Місце та функції SCADA-систем у сучаснім виробництві.
21. Структура інформаційно-виміррювальної системи на базі ПЛК.
22. Призначення та функціонування OPC сервера.
23. Складна робототехнічна система.
24. Принципи групового керування розподіленим технологічним обладнанням.
25. Принципи проектування СК на базі цифрових кінцевих автоматів.
26. Диспетчеризація групового керування ТО.
27. ПД - регулювання. Цифровий та мікропроцесорний регулятор.
28. Методи керування електричним двигуном постійного струму.
29. Методи керування асинхронним двигуном змінного струму.
30. Методи керування кроковим двигуном.
31. Принципи побудови ЧПК.
32. Геометрична задача ЧПК.
33. Логічна задача ЧПК.
34. Термінальна задача ЧПК.
35. Програмування мовою G-кодів за стандартом ISO-7 bit.
36. Класифікація систем ЧПК.

5. Індивідуальні завдання

Навчальною дисципліною передбачене виконання розрахунково-графічної роботи на тему: Розробка керуючого МП автомату гідроприводом промислового робота (LR40) (Owen Logic, MATLAB).

6. Методи навчання

Проведення лекційних та практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), участь у студентських конференціях.

7. Методи контролю

- Індивідуальне вирішення тестових завдань;
- розв'язання аналітичних задач й ситуацій;
- участь в обговоренні питань, що виносяться на практичні заняття;
- проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

Семестровий контроль проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до контролю у вигляді заліку

(комплексне завдання, яке містить 1 теоретичне, 1 практичне питання які оцінюються максимальною оцінкою до 40 балів (практичне завдання – до 60). При складанні семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

8. Критерії оцінки та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних/практичних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних/практичних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати певний мінімум знань та вмінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати закони булевої алгебри та володіти методами мінімізації логічних функцій. Вміти виконувати побудову логічних схем на основі елементів середнього ступеня інтеграції. Вміти будувати графи бінарних алгоритмів та здійснювати перехід до їх відображення алгоритмічно мовою. Вміти користуватися інтегрованим середовищем програмування Owen Logic метою програмування МП пристроїв

ПЛК. Мати уявлення про інтерфейси ПЛК та методи їх сполучення з керованим промисловим обладнанням. Проводити розробку розподіленої МП системи керування найпростішим технологічним обладнанням галузевого виробництва.

Добре (75-89). Твердо знати базові теми курсу, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Знати методи синтезу цифрових та МП пристроїв автоматики на основі ПЛК. Бути здатним розробити систему керування цикловим технологічним обладнанням, здійснити її тестування та налагодження. Знати методи розробки керуючих програм мовою G-кодів, користуватися середовищем розробки програмного забезпечення OWEN LOGIC; застосовувати стандартні інтерфейси сполучення об'єктів автоматизації виробництва з керуючими ЕОМ; мати уявлення про промислові логічні контролери та мови їх програмування.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми курсу та вміти застосовувати отримані знання в практичній діяльності.

Приклад залікового завдання з дисципліни:

Національний аерокосмічний університет «ХАІ»

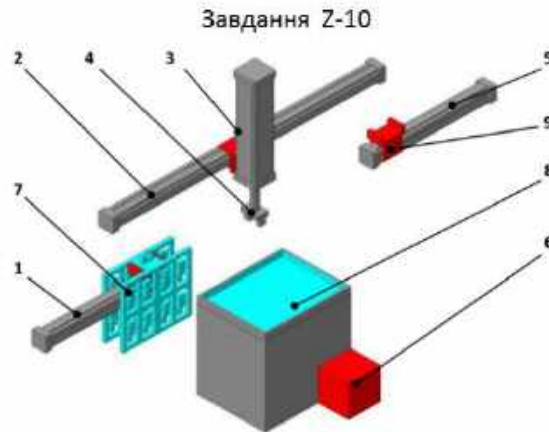
Кафедра «Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем» (№ 202)

Індивідуальне залікове завдання з дисципліни «Апаратне та програмне забезпечення виробництва»

Студент..... Група...449....Дата.....

Варіант 10

1. Логічні та геометричні задачі системи ЧПК.
2. Здійснити програмування групи обладнання за завданням z-10 мовою FBD в САПР Owen Logic.



Об'єкт автоматизації: Система приводів завантаження касети з деталями на гальванічній ділянці.

Привод 1 здійснює подачу касети з деталями 7 до гальванічної ванни 8. Після цього, за допомогою схвату 4, касета 7 утримується у верхньому положенні, а привод 1 повертається у вихідне положення. За допомогою привода 3 касета 7 плавно занурається у ванну 8, і утримується протягом технологічного часу. Після занурення касети 7 у ванну відбувається процес хімічного покриття (контролюється таймером 6). Після закінчення заданого часу процес припиняється, привод 3 плавно (протягом 3 секунд) піднімає касету, а потім привод 2 переміщує її на позицію відвантаження 9. Схват 4 вивільняє касету, і привод 2 повертається у вихідне положення. Привод 5 переміщує відпрацьовану касету на наступну ділянку виробничої лінії.

Після відвантаження касети і повернення приводу 5 у вихідне положення, привод 1 подає наступну касету для покриття і починається новий цикл. Контроль технологічного часу забезпечується за допомогою реле часу (пневматичного або електричного) або таймера.

Експлуатаційна послідовність складається з трьох відпрацьованих циклів. Вимкнення роботи системи в режимі тривалого циклу (**експлуатаційна послідовність**) - по натисканню кнопки S1 без фіксатора, вимкнення з доопрацюванням поточного циклу - по завершенню експлуатаційної послідовності.

Ст. викл. к. 202 _____ Белявський О.В. Зав. каф. 202 д.т.н. _____ Баранов О.О.
Затверджено на засіданні кафедри 202. Протокол № XX від YY.YY.25

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» :

<https://khai.edu/assts/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>).

Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброочесності. Виявлення ознак академічної недоброочесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenty/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

Пашков Є. В., Осинський Ю. О., Четв'яков О. О. Електропневмоавтоматика у виробничих процесах./ Навчальний посібник. Севастополь, 2003. – 498с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Мікропроцесорна техніка./ Навчальний посібник. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра електр. мереж та систем, /Уклад: В. В. Кирик. Київ, «Політехніка» 2014, 183с.
2. Грищук Ю.С. Мікропроцесорні пристрої: Навчальний посібник – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 280с.
3. Міранцов С.Л., Тулупов В.І., Онищук С.Г., Борисенко Ю. Б., Мішура Є.В. О.С. Ковалевська/ Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК. Навч. посібник. –Краматорськ: ДДМА, 2011. – 152с.
4. Павленко Т. П. Автоматизований електропривод загальнопромислових механізмів. Конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) /Т. П. Павленко, О. В. Донець, О. М. Петренко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 132 с.
5. Регульований електропривод: Підручник / І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко, В. В. Козирський, Л. С. Червінський, Д. А. Абдураманов, А.В.

Торопов, О. В. Санченко; За ред. І. М. Голодного. – К.: ТОВ "ЦП "Компринт", 2015. – 509 с.: іл.

6. W. Trampert. Messen, Steuern und Regeln mit AVR-Mikrokontrollern. FRANCIS' Verlag GmbH, 2004.- 208s. ISBN 3-7723-4298-1.

7. E. A. Parr "Programmable controllers". Elsevier Ltd, The Boulevard, Longford Lane, Kidlington, OX5 1GB, England, 2003. – 516 p. ISBN 0-7506-5757-X.

Допоміжна література

1. J. Hulzebosch. USB in der Elektronik. Die USB-Schnittstelle für praktische Anwendungen am PC einsetzen/ FRANZIS' Verlag GmbH, 2008.-212s. 85586 Poing. ISBN 978-3-7723-4089-5.

2. W. Trampert. Messen, Steuern und Regeln mit AVR-Mikrokontrollern. FRANCIS' Verlag GmbH, 2004.- 208s. ISBN 3-7723-4298-1.

3. U. Sommer. Arduino Mikrocontroller-Programmierung mit ARDUINO/FREEDUINO, ISBN 978-3-65034-2. FRANZIS' Verlag GmbH, 2010. – 256 s.

12. Інформаційні ресурси

<https://education.khai.edu/department/202>

<https://k202.tilda.ws/>