

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова НМК

Н.В. Руденко
(ініціали та прізвище)

01 вересня 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Гідро-, пневмоприводи та автоматика в машинобудуванні
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»,
133 «Галузеве машинобудування»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»,
«Комп'ютерний інжиніринг»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2020 рік

Робоча програма «Гідро-, пневмоприводи та автоматика в машинобудуванні»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування»

освітньою програмою «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси», «Комп'ютерний інжиніринг»

«23» 06 2020 р., – 15 с.

Розробник: Степаненко Д. Р., асистент каф. 202

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Баранов О. О., д.т.н., доцент, зав. каф. 202

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри “Теоретичної механіки машинознавства та роботомеханічних систем”

(назва кафедри)

Протокол № 10 від «25» 06 2020 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент

(науковий ступінь і вчене звання) (підпис)



О. О. Баранов

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів –5	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>131 «Прикладна механіка»,</u> <u>133 «Галузеве машинобудування»</u> (код та найменування) Освітні програми <u>«Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»,</u> <u>«Комп’ютерний інжиніринг»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2022/2023
Індивідуальне завдання (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64/150		6-й
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,4		32 години
		Практичні, семінарські*
		32 годин
		Лабораторні *
	0 годин	
	Самостійна робота	
	86 годин	
	Вид контролю модульний контроль іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/86

^{*}Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – формулювання чіткого розуміння побудови циклової системи керування пневматичними та гідравлічними системами. Формулювання розуміння апаратної частини різних по природі систем керування, та визначення оптимальної згідно з завданнями.

Завдання – вивчення методів створення системи керування пневматичних та гідравлічних систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких компетентностей:

1) Загальні компетенції (ЗК):

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення;
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК3. Здатність планувати та управляти часом;
- ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні;

2) Фахові компетентності (ФК):

- 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'язування інженерних задач галузевого машинобудування;
- ФК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування;
- ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування;
- ФК9. Здатність здійснювати комерційну та економічну діяльність у сфері галузевого машинобудування;

Програмні результати навчання:

- РН3. Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання;
- РН6. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її;
- РН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи, у тому числі із застосуванням автоматизованих систем (САМ);
- РН12. Застосовувати засоби технічного контролювання для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні;

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Гідро-, пневмоприводи та автоматика» базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Електротехніка», «Основи програмування мікроконтролерів» та є базою для написання дипломної роботи бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 Пневмоавтоматика

Тема 1. Вступ. Побудова курсу, базова теоретична інформація.

Поняття стиснутого газу. Елементи енергетичного, логічного, інформаційного та виконавчого пневматичних рівнів, графічне зображення, принцип їх роботи, приклади застосування.

Тема 2. Елементи пневматичних систем. Умовні зображення і стандарти в сфері пневмоавтоматики.

Виготовлення і розподілення повітря. Пневмоапарати. Логічно-обчислювані елементи. Виконавчі прилади. Пневматична система. Умовні графічні зображення пневмоелементів. Головні вимоги по техніці безпеки.

Тема 3. Методи проектування пневмосистем.

Розробка пневматичних систем. Блок-схема ланцюга управління. Структура принципової схеми. Складання принципальної схеми. Позначення елементів схеми. Життєвий цикл пневматичної системи.

Тема 4. Схеми з одним виконавчим пристроєм.

Пряме управління циліндром. Непряме управління циліндром. Логічні функції І АБО. Різні види управління циліндром.

Тема 5. Схеми з декількома виконавчими пристроями.

Управління декількох виконавчих пристроїв. Вимкнення сигналу з допомогою перемикаючого розподільника.

Тема 6. Головні поняття пневматики. Виготовлення і розподілення стиснутого повітря..

Тиск стиснутого повітря. Підготовка стиснутого повітря. Компресори. Ресивер. Розподілення стиснутого повітря. Система підготовки стиснутого повітря.

Тема 7. Виконавчі пристрої і вихідні прилади.

Циліндри. Пневмомотори. Індикатори.

Тема 8. Пневморозподільники. Пневмоапарати. Проектування систем керування.

Головні види. Витратні характеристики. Надійність роботи розподільників. Зворотні клапани. Регулятори витрат. Клапан тиску. Комбіновані клапани. Проектування систем керування. Аспекти покращення пневморозподільників. Спеціальні пристрої та модулі.

Змістовий модуль 2 Гідроавтоматика

Тема 9. Призначення гідравлічних систем

Стаціонарні гідравлічні системи. Мобільні гідравлічні системи. Порівняння гідравлічних систем з системами, працюючими на інших принципах.

Тема 10. Складові частини гідравлічних систем. Символи та умовні зображення.

Енергозабезпечуюча частина системи. Робоча рідина. Гідроапарати. Гідроциліндри. Гідромотори. Взаємодія збірних частин гідросистеми. Насоси та двигуни. Розподільники. Клапани тиску. Гідроциліндри вимірювальні прилади...

Тема 11. Структура гідравлічної системи і схема з'єднання. Порядок дій при рішенні задач управління.

Група управління сигналами. Енергозабезпечуюча частина гідравлічної. Схема з'єднання елементів гідросистеми. 4 кроки рішення задачі управління.

Тема 12. Управління положенням. Управління швидкістю переміщення. Управління зусиллям.

Приклади систем на різні види управління.

Тема 13. Пропорційна гідравліка, апаратна частина.

Поняття пропорційного клапану, його конструкція та принцип роботи. Умовні позначення пропорційного клапану.

Тема 14. Пропорційні клапани: Конструкція і режим роботи, характеристика і параметри. Розрахунок послідовності руху для приводу з гідравлічним циліндром.

Гідроприводи подач з електричним управлінням і дискретними розподіленням. Потік сигналів і елементи пропорційної гідравліки. Переваги пропорційної гідравліки. Пропорційний електромагніт. Клапан тиску, розподільники, регулятори. Гістерезис, інверсний діапазон і поріг спрацювання. Графіки характеристик дроселів і розподільників. Динамічні параметри клапану. Області застосування пропорційних клапанів. Розрахунок витрат для пропорціонального розподільника. Розрахунок швидкості. Вплив максимального зусилля на поршні на процес прискорення та уповільнення. Розрахунок тривалості руху

Тема 15. Підсилювач і задання уставок. Приклади застосування пропорційних клапанів.

Конструкція і принцип роботи підсилювача. Налаштування підсилювача. Задання уставок. Приклади управління швидкістю. Усунення протікання. Позиціонування. Заходи по економії енергії.

Змістовний модуль 3. Електроавтоматика. ПЛК

Тема 16. Основи електротехніки. Елементи і блоки підсистеми обробки електричних сигналів. Розподільники з електричним управлінням.

Постійний і змінний струм. Закон Ома. Принцип роботи соленоїда. Вимірювання в електричних колах. Електричний блок живлення

Тема 17. Проектування електропневматичних систем управління.

Порядок розробки системи управління. Порядок проектування. Приклад підйомного пристрою. Порядок вводу системи управління в експлуатацію.

Тема 18. Релейні системи керування.

Застосування релейного керування в електропневматичних системах. Пряме не пряме управління. Логічні функції. Запам'ятовування сигналів. Затримка. Управління послідовністю з запам'ятовуванням сигналів з допомогою розподільників з двостороннім керуванням.

Тема 19. Основи зображення чисел в машинному коді. Булева алгебра

Десятина система числення. Двійкова система числення. Шістнадцятирічна система числення. Генерування двійкових і цифрових сигналів. Головні логічні

функції. Операції з логічними функціями. Встановлення функцій перемикачів. Спрощення логічних функцій. Діаграма Карно-Вайча.

Тема 20. Конструкція і принцип дії системи програмного керування.

Структура. Центральний процесор. Принцип дії. Пам'ять. Входи. Виходи. Програматор.

Тема 21. Загальні елементи мов програмування. Діаграма функцій. Релейно-контактні схеми (РКС). Структурований текст. Послідовні функціональні діаграми.

Ресурси систем програмованого керування. Змінні та види представлення даних. Програма. Елементи діаграми функцій. Аналіз логічних схем. Циклові структури. Елементи мови РКС. Функції та функціональні блоки. Вираз. Стан. Вибір стану. Цикл. Елементи драбинної діаграми. Переходи. Кроки.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усьо го	у тому числі			
		л	п	лаб.	сам.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Пневмоавтоматика					
Тема 1 Вступ. Побудова курсу, базова теоретична інформація.	2	-	-	-	2
Тема 2. Елементи пневматичних систем. Умовні зображення і стандарти в сфері пневмоавтоматики.	8	2	2	-	4
Тема 3. Методи проектування пневмосистем.	2	-	-	-	2
Тема 4. Системи з одним виконавчим пристроєм.	8	2	2	-	4
Тема 5. Схеми з декількома виконавчими пристроями.	2	-	-	-	2
Тема 6. Головні поняття пневматики. Виготовлення і розподілення стиснутого повітря.	8	2	2	-	4
Тема 7. Виконавчі пристрої і вихідні прилади.	6	-	2	-	4
Тема 8. Пневморозподільники. Пневмоапарати. Проектування схем керування.	4	-	-	-	4
Модульний контроль 1	2	2	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	42	8	8	-	26
Змістовий модуль 2. Гідроавтоматика.					
Тема 9. Призначення гідравлічних систем.	4	-	2	-	2
Тема 10. Складові частини гідравлічних систем. Символи та умовні зображення. .	6	2		-	4
Тема 11. Структура гідравлічної системи і схема з'єднання. Порядок дій при рішенні задач управління.	4	-	2	-	2
Тема 12. Управління положенням. Управління швидкістю, переміщенням. Управління зусиллям.	6	2		-	4
Тема 13. Пропорційна гідравліка, апаратна частина.	4	-	2	-	2

Тема 14. Пропорційні клапани. Конструкція і режим роботи, характеристика і параметри. Підсилювач і задання уставок. Приклади застосування пропорційних клапанів.	10	2	2	-	6
Тема 15. Розрахунок послідовності руху для приводу з гідравлічним циліндром.	4	-	-	-	4
Модульний контроль 2	2	2	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	40	8	8	-	24
Змістовий модуль 3. Електроавтоматика. ПЛК.					
Тема 18. Основи електротехніки. Елементи і блоки підсистеми обробки електричних сигналів. Розподільники з електричним управлінням..	8	2	2	-	4
Тема 19. Проектування електропневматичних систем управління..	8	2	2	-	4
Тема 20. Релейні системи керування.	8	2	2	-	4
Тема 21. Основи зображення чисел в машинному коді. Булева алгебра.	12	2	2	-	8
Тема 22. Конструкція і принцип дії системи програмного керування.	14	2	4	-	8
Тема 23. Загальні елементи мов програмування. Діаграма функцій. Релейно- контактні схеми (РКС) Структурований текст. Послідовні функціональні діаграми	16	4	4	-	8
Модульний контроль 3	2	2	-	-	-
Разом за змістовим модулем 3	68	16	16	-	36
Усього годин	150	32	32	-	86

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Знайомство з елементами пневмоавтоматики.	4
2	Вплив зміни конструкції керуючого елемента на рішення. Елемент затримки часу.	4
3	Пневматичні та релейні засоби автоматизації пневматичних та гідравлічних систем.	6
4	Підключення контролеру до пневматичної системи, адресація входів виходів контролеру.	6
5	Складні керуючі програми	6
6	Гідравлічний привод та особливості роботи з ним.	6
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Умовні позначення в гідравліці та пневматиці	2
2	Дискретизація завдання, побудова рівнянь системи керування	8
3	Робота з циклограмою	10
4	Розробка пневматичної та електропневматичної системи	17
5	Побудова контролеру, засоби по підключенню	9
6	Складні програмні системи пневматики	9
7	Побудова схеми пропорційної гідравліки	15
8	Регулювання пропорційним клапаном	16
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	РГР – Моделювання пневматичної системи керування пневмоциліндрами.	
	Разом	

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення контролю виконання практичних завдань, письмового модульного контролю, перевірка розрахункової роботи, фінальний контроль – у вигляді іспиту.

12. Розподіл балів, які отримують студенти (іспит)

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0..5	3	0..15
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання. Максимальна кількість балів за одне теоретичне питання – 20, за практичне завдання – 60. Загальна максимальна кількість балів – 100.

12.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

1. Предмет та метод дисципліни.
2. Основні поняття. Зв'язок з іншими науковими та учбовими дисциплінами: гідравліка, пневматика та електротехніка.
3. Основні задачі дисципліни.
4. Елементи пневматики та їх умовні позначення.
5. Пневматичні системи та їх застосування.
6. Елементи гідравліки та їх умовні позначення.
7. Гідравлічні системи та їх застосування.
8. Пропорційна гідравліка.
9. Електричне керування пневматичними та гідравлічними системами.
10. Системи керування виконавчими органами на базі контролера.
11. ПЛК.
12. Контролер Arduino.
13. Системи керування на базі контролера.
14. Алгоритми керування складних технічних систем.
15. Циклограма.
16. Циклові системи керування приводами.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

1. Основи моделювання в системі FluidSIM Demo.
2. Вирішувати задачі керування декількома приводами.
3. Створювати моделі управління пневматичними та гідравлічними приводами.
4. Вміти складати прості пневматичні схеми та виконувати налагодження роботи відносно завдання.
5. Вміти програмувати ПЛК.
6. Вміти програмувати контролер Arduino.
7. Створювати системи з 3 і більше приводами з складним циклом роботи.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати основні поняття та закони пневматики та гідравліки. Знати технологію моделювання. Виконати та захистити практичні роботи та РГР. Вміти самостійно вирішувати задачі роботи з 3 і більше приводів, формулювати прості програми керування для ПЛК та контролерів Arduino. Вміти формувати модель пневматичної та гідравлічної систем в середовищі FluidSIM Demo.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, здати тестування. Вміти самостійно вирішувати задачі управління приводами пневматики та гідравліки. Програмувати ПЛК та контролер Arduino. Робити моделі приводів та системи керування, налаштовувати роботу моделі. Аналізувати та пояснювати результат роботи моделі.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

13. Методичне забезпечення

1. Роздавальний матеріал на кожному практичному занятті для виконання практичних робіт.
2. Робоча програма дисципліни
3. Тематики РГР
4. Виконання типових завдань
5. Питання, тести для контрольних заходів

14. Рекомендована література

Базова

1. Пашков Э. В. Електропневмоавтоматика у виробничих процесах: Навч. посібник / Є. В. Пашков, Ю. О. Осинський, О. О. Четв'юркін; Під ред. Є. В. Пашкова. – 2-е вид., перероб. і доп. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2003. – 496с., іл.
2. Пашков Є. В. Промислові мехатронні системи на основі пневмоприводу: Навч. Посібник / Є. В. Пашков, Ю. О. Осинський. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2007. – 388 с. іл.
3. Мікропроцесорні пристрої і системи управління в харчовій промисловості: Навч. посібник /І.В. Ельперін, Є.Л. Календро, А.П. Ладанюк. – К.: ІСДО, 1994. – 140 с.
4. Черкашенко М.В. Автоматизація проектування систем гідро- і пневмоприводів з дискретним управлінням: Навч. посібник.-2-е вид., перероб.-Харків: НТУ"ХП", 2001.-182с.
5. Губарев О.П., Левченко О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Програмовані контролери в системах керування

гідропневмоавтоматики” (частина 1) студентам, що навчаються за фахом “Гідравлічні і пневматичні машини”.– Київ, НТУУ “КПІ”, 2005.- 48 с.

6. TP101 Pneumatics. Basic level Workbook / Wolfgang Haring, Michel Metzger, Ralph-Christoph Weber, Frank Ebel – Festo Didactic SE, Rechbergst. 3,73770 Denkendorf, Germany, 2016. – 137 с. - https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/541088_v2.1_leseprobe_en.pdf
7. TP201 Electropneumatics Basic level Workbook / Markus Pany, Sabine Scharf, Ralph-Christoph Weber, Frank Ebel - Festo Didactic SE, Rechbergst. 3,73770 Denkendorf, Germany, 2016. – 121 с. - <https://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/workbooks/pneumatics/electropneumatics,basic-level-tp-201-workbook-541090.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zMj44NjMuNTM2MA> .
8. TP301 Programmable Logic Controllers Basic level Workbook / Ekhard v. Terzi, Christine Löffler, Frank Ebel - Festo Didactic GmbH & Co., D-73770 Denkendorf 2002. - https://www.academia.edu/6782097/Workbook_TP_301_Festo_Didactic_093314_en_Programmable_Logic_Controllers_Basic_Level
9. TP701 Proportional hydraulics Basic level Workbook / D. Scholz, A. Zimmermann – Festo Didactic SE, 73770 Denkendorf, Germany, 2015/ - 123 с. - <https://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/workbooks/hydraulics/proportional-hydraulics,basic-level-tp-701-workbook-094472.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zMj44NjcuNTQxOA>
10. <https://playground.arduino.cc>

Допоміжна

1. Marcus Hoffman FluidSIM Pneumatics User’s guide /Dr. Daniel Quratolo, Dr. Marcus Hoffman Dr. habil. Benno Stein «Festo». 2001. – 277 с. - https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUK-EwiOh5Pi-aftAhWsl4sKHYUXBi8QFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.lagos.udg.mx%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fadjuntos%2Fmanualfluidsimeng.pdf&usg=AOvVaw1C-iyGrF7NDK0wZ_Y2wC0O
2. Буренніков Ю.А., Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: Навчальний посібник. [текст]/ Ю.А. Буренніков, І.А. Немировський, Л.Г. Козлов – Вінниця 2012.-280 с.
3. Черкашенко М.В. Автоматизація проектування систем гідро- і пневмоприводів з дискретним управлінням: Навч.посібник.-2-е вид.,перероб.- Харків: НТУ”ХПІ”, 2001.-182с.
4. Губарев О.П., Левченко О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Програмовані контролери в системах керування гідропневмоавтоматики” (частина 2) студентам, що навчаються за фахом “Гідравлічні і пневматичні машини”.– Київ, НТУУ “КПІ”, 2006.- 52 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <https://education.khai.edu/departament/202>
<https://k202.tilda.ws/>