**ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет** інженерії, транспорту та архітектури

**Кафедра** машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФІТА \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО.

\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 р.

**СИЛАБУС**

Навчальна дисципліна **Робототехнічні та інтелектуальні мехатронні пристрої і системи**

Освітньо-професійна програма **133 Машини та апарати легкої промисловості**

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

**Загальна інформація**

|  |  |
| --- | --- |
| **Позиція** | **Зміст інформації** |
| **Викладачі** | **Майдан Павло Сергійович** |
| **Профайл викладача** | <http://maees.khnu.km.ua/?page_id=556> |
| **E-mail викладача(ів)** | [maidanp@khmnu.edu.ua](mailto:maidanp@khmnu.edu.ua) |
| **Контактний телефон** | заповнюється за домовленістю |
| **Сторінка дисципліни в ІСУ** | <https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7904> |
| **Навчальний рік** | 2022-2023 |
| **Консультації** | **Очні**: четвер, 2-а пара, 3-111  **онлайн:** за необхідністю та попередньою домовленістю |

**Характеристика дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статус дисципліни | Форма навчання | Загальний обсяг | | Кількість годин | | | | | | Курсовий проект | Курсова робота | Форма семестро-вого контролю | |
| Аудиторні заняття | | | | Індивідуальна робота студента | Самостійна робота, в т.ч. ІРС | Залік | Іспит |
| Кредити ЄКТС | Години | Разом | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні заняття |
| В | Д | 4 | 120 | 54 | 36 | - | 18 | – | 66 | – | – | + | - |

**Анотація дисципліни**

Дисципліна «Робототехнічні та інтелектуальні мехатронні пристрої і системи» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» за освітньо-професійною програмою «Машини та апарати легкої промисловості».

Дисципліна викладається для здобувачів освітньо-професійного рівня магістр 133 «Галузеве машинобудування». При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

**Мета і завдання дисципліни**

***Мета дисципліни:*** Ознайомлення майбутніх фахівців з базовими принципами проектування та експлуатації інтелектуальних мехатронних модулів та роботизованих виробничих систем, а також типовими прикладами їх побудови та функціонування.

***Завдання дисципліни***.Отримання фундаментальних теоретичних знань, які дозволяють виконувати аналіз та синтез складних робототехнічних систем та комплексів на основі синергетичних взаємозв’язків та інформаційних характеристик; формування прикладних практичних навиків об’єктно орієнтованого проектування робототехнічних систем та комплексів (реалізація програмного забезпечення).

**Очікувані результати навчання**.

Здобувач, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні, вибирати оптимальний тип технологічного обладнання галузі та визначати його технічні характеристики в залежності від особливостей сучасних технологічних процесів легкої промисловості, уміти розробляти нове та вдосконалювати існуюче обладнання, використовуючи комп’ютерні методи інженерних розрахунків, надавати рекомендації щодо його експлуатації, знати принцип роботи виробничих систем та вміти обґрунтовувати їх вибір з урахуванням технологічних та експлуатаційних вимог, мати навички налагодження комп’ютерних, інформаційно-технічних засобів та технологій автоматизованого виробництва та їх систем керування для вирішення технічних задач галузі.

**Тематичний і календарний план вивчення дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **тижня** | **Тема лекції\*** | **Тема лабораторної роботи\*** | **Самостійна робота студентів** | | |
| **Зміст** | **Год.** | **Література** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** |
| **1** | Вступ. Основні визначення мехатроніки. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1. | 3 | Літ.: [1], [2], [4] |
| **2** | Мехатронні модулі руху. | Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Моделювання задач кінематики роботів-маніпуляторі Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2. Підготовка до захисту лабораторної роботи. | 3 | Літ.: [1], [2], [4] |
| **3** | Сфери застосування мехатронних систем. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1. | 3 | Літ.: [1], [2], [3], [4] |
| **4** | Приводи мехатронних систем. Способи керування мехатронними системами. | ЛР 1. Моделювання задач кінематики роботів-маніпуляторі Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4. Підготовка до захисту лабораторної роботи. | 3 | Літ.: [1], [2], [3], [4] |
| **5** | Використання мехатронних систем в автоматизованому технологічному обладнанні. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2. | 3 | Літ.: [1], [2], [3], [4] |
| **6** | Системи технічного зору. | ЛР 2. Моделювання конфігураційного простору маніпулятора Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6. Підготовка до захисту лабораторної роботи. | 3 | Літ.: [1], [2], [3], [4] |
| **7** | Промислові та мобільні роботи. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2. | 3 | Літ.: [1], [2] |
| **8** | Використання мехатронних систем в автомобільному, водному та повітряному транспорті. | ЛР 2. Моделювання конфігураційного простору маніпулятора Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8. Підготовка до захисту лабораторної роботи. | 3 | Літ.: [1], [2] |
| **9** | Технологічні машини-гексаподи. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. | 3 | Літ.: [3], [4] |
| **10** | Основи конструювання мехатронних систем. | ЛР 3. Дослідження матричного представлення положення маніпуляторів Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т10. Підготовка до захисту лабораторної роботи. | 3 | Літ.: [1], [2] |
| **11** | Методи інтеграції. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т11. Підготовка до виконання захситу роботи №3. | 4 | Літ.: [1], [2] |
| **12** | Датчики положення. | ЛР 3. Дослідження матричного представлення положення маніпуляторів Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т12. Підготовка до захисту лабораторної роботи. | 4 | Літ.: [1], [2], [4] |
| **13** | Датчики швидкості. Датчики технологічних параметрів. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т13. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. | 4 | Літ.: [1], [2] |
| **14** | Постановки завдання керування мехатронних системами. Ієрархія керування в мехатронних системах. | ЛР 4. Моделювання кривошипно-коромислового та кривошипно-повзунного механізмів. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т14. Підготовка до захисту лабораторної роботи. | 4 | Літ.: [1], [2] |
| **15** | Системи керування виконавчого, тактичного і стратегічного рівнів. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т15. Підготовка до виконання захисту роботи №4. | 4 | Літ.: [1], [2], [3] |
| **16** | Інтелектуальні методи керування. | ЛР 4. Моделювання кривошипно-коромислового та кривошипно-повзунного механізмів. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т16. | 4 | Літ.: [1], [2], [3] |
| **17** | Інтелектуальні методи керування. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т17. | 6 | Літ.: [1], [2], [3] |
| **18** | Підсумкове заняття. | Підсумкове заняття. | Захист лабораторних робіт. | 6 | Літ.: [1], [2], [3] |

***Примітка***: **\*** Лекції, проводяться по дві години, лабораторні заняття по чотири години, крім підсумкового заняття; послідовність проведення занять визначається розкладом (може не відповідати нумерованим тижням)

**Політика дисципліни**.

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Здобувач зобов’язаний відвідувати лекції та лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене лабораторне заняття здобувач зобов’язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До занять здобувач має підготуватись за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (<http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf>).

**Критерії оцінювання результатів навчання**.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за ***чотирибальною*** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих ***позитивно*** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань здобувачів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв’язання задач та захисту лабораторних робіт. Оцінка, яка виставляється за лабораторну роботу, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв’язувати задачі; своєчасне виконання завдання.

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання аспіранта**

**денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Аудиторна робота | | | | Підсумковий контроль, залік |
| Лабораторні роботи № | | | | За рейтингом |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| ВК: 1,0 | | | | 0 |

*Умовні позначення:* Т - тема дисципліни; ВК - ваговий коефіцієнт.

***Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка**  **ECTS** | **Інституційна шкала балів** | **Інституційна оцінка** | | **Критерії оцінювання** |
| A | 4,75-5,00 | 5 | Зараховано | **Відмінно** – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків. |
| B | 4,25-4,74 | 4 | **Добре** – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками. |
| С | 3,75-4,24 | 4 | **Добре** – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками. |
| D | 3,25-3,74 | 3 | **Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією. |
| E | 3,00-3,24 | 3 | **Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання |
| FX | 2,00-2,99 | 2 | Незараховано | **Незадовільно** – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни |
| F | 0,00-1,99 | 2 | **Незадовільно** – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни. |

**Питання для підсумкового контролю з дисципліни**

1. Які функціональні блоки входять до мехатронної систему та яке їх призначення?

2. Які загальні ознаки та у чому відмінність системи електроприводу та мехатронної системи?

3. У чому проявляється синергетичний ефект мехатронного модуля?

4. У яких областях найбільш широко використовуються мехатронні системи?

5. Дайте визначення терміна «мехатроніка».

6. Що таке мехатронний об'єкт?

7. Яким мехатронним рівням може відповідати технічний об'єкт? Наведіть приклади.

8. Що таке «пристрій»?

9. Мехатронність технічних об'єктів, що таке?

10. Які основні принципи покладено основою побудови мехатронних систем?

11. Які пристрої можуть бути складовою машин з комп'ютерним керуванням рухом?

12. Які функції виконує пристрій комп'ютерного управління в мехатронній системі чи модулі?

13. Поясніть суть мехатронного підходу до проектування.

14. Які основні переваги мехатронного підходу при створенні машин з комп'ютерним управлінням з порівняння ня з традиційними засобами автоматизації?

15. Які мехатронні системи знайшли застосування в побуті та як широко використовуються побутові роботи?

16. Автомобіль, як мехатронна система, які основні мехатронні підсистеми та модулі містить у собі?

17. У чому відмінність і в чому подібність мехатронних систем автомобіля – антиблокувальній системи гальм та системи тягового контролю?

18 Регулювання яких параметрів забезпечує система керування роботою двигуна?

19. На показання яких датчиків орієнтується система управління роботою двигуна автомобіля?

20. Що забезпечує система управління підвіскою та показання яких датчиків необхідні для її функціовання?

21. Як відбувається спрацювання подушки безпеки?

22. Які завдання вирішує інтегрована навігаційна ня система?

23. Що таке система GPS?

24. У чому полягає відмінність радара і ладара (лідара)?

25. Звідки черпає інформацію про довкілля безпілотний автомобіль-робот?

26. Які системи поїзда можна зарахувати до мехатронних?

27. Як досягається оптимальний процес гальмування поїзди?

28. У чому різниця схем механічних рук промислових роботів, що містять двигун обертання та лінійний двигун?

29. У чому полягає принципова схема верстата-гексапода?

30. У чому полягає відмінність схеми гексапода від схеми ротопода?

31. У чому полягає відмінність схеми трипода від схеми гексапода?

32. Які основні переваги гексаподних машин у машинобудуванні?

33. Наведіть приклади робототехнічних комплексів у машинобудуванні.

34. Які відомі промислові роботи за призначенням і за ступенем спеціалізації?

35. Перерахуйте інтеграційні завдання, які вирішуються при конструювання мехатронних пристроїв.

36. Опишіть особливості ієрархії рівнів інтеграції у мехатронних системах.

37. Дайте визначення поняття «інтерфейс».

38. Перерахуйте основні інтерфейси, які існують в узагальненій структурі мехатронних машин.

39. Наведіть основні напрямки теорії системного проектування мехатронних систем.

40. Опишіть сутність функціонально-структурного підходу.

41. Опишіть суть структурного синтезу та оптимізації технічних систем за критеріями складності.

42. Суть методології паралельного проектування.

43. Опишіть узагальнену процедуру проектування інтегрованих мехатронних модулів та машин.

44. Перерахуйте та коротко опишіть методи інтеграції при проектуванні вбудованих мехатронних модулів.

45. Які основні особливості має метод виключення проміжних перетворювачів та інтерфейсів?

46. Опишіть проміжні перетворювачі використовувані в мехатронних модулях.

47. Наведіть структурну модель мехатронного модуля.

48. Суть методу поєднання елементів мехатронного модуля.

49. З яких елементів у загальному випадку складається інтеллектуальний мехатронний модуль?

50. Які основні переваги створює застосування інтелектуальних мехатронних модулів?

51. Які основні особливості має метод перенесення функціональне навантаження на інтелектуальні пристрої?

52. Яка сутність показника розподілу функціонального навантаження у виробничих машинах і тенденції його зміни у процесі розвитку мехатроніки?

53. Що є цифрові сигнальні процесори?

54. Класифікація мехатронних модулів.

55. Сформулювати визначення «модуль руху», «мехатронний модуль руху» та відмінності між ними.

56. Пояснити принцип дії модулів руху.

57. Склад мехатронного модуля руху

58. Структурна та функціональна схеми мехатронних модулів руху.

59. Що таке контролери руху?

60. Що таке інтелектуальні силові модулі?

61. Що таке інтелектуальні рецептори?

62. Що таке інтелектуальні мехатронні модулі?

63. Визначення, структура та класифікація мікромехатронних пристроїв.

64. Області застосування мікромехатронних пристроїв.

65. Принципи функціонування поширених мікромехатронних пристроїв.

66. Оцінка рівня інтеграції мікромехатронних систем.

67. Які відмінності між параметричними та генераторними типами датчиків?

68. Назвіть особливості амплітудного та фазообертального режиму роботи сельсина.

69. Що являє собою резольвер?

70. Чим визначається роздільна здатність цифрового датчика швидкості або кута повороту?

71. Перерахуйте основні типи датчиків технологічних параметрів.

72. У чому полягає сенс завдання управління мехатронної системою?

73. Яка ієрархічна схема мехатронної системи управління?

74. Які завдання управління вирішуються на виконавчому рівні?

75. Які завдання вирішуються на тактичному рівні управління?

76. Що таке обернене завдання?

77. Які завдання вирішуються на стратегічному рівні управління?

78. Які переваги фазі-систем управління?

79. В якому вигляді надходить інформація для логічної обробки після дефазифікації?

80. Які етапи перетворення вхідного сигналу в фаззі-регулятор і яка їх сутність?

81. Що таке «терм»?

82. Які методи дефазифікації найчастіше використовуються?

83. Наведіть приклади правил логічної обробки. Коли використовується оператор minimum та коли maximum?

84. Яким чином у фазі-регуляторі можна забезпечити у вихідній характеристиці:

- збільшення коефіцієнта посилення;

- зону нечутливості;

– «випуклість» та «увігнутість»;

- ділянки з «падаючим» характером вихідного сигналу.

85. Які технічні переваги комп'ютерного нейрона перед нейроном людського мозку?

86. Що таке «активаційна функція»?

87. У чому полягає синтез нейронної мережі?

88. У чому сутність методу генетичних алгоритмів, які його переваги при синтезі НМ?

89. Які переваги гібридних нейронних мереж? Наведіть схему найпростішої ГНМ та поясніть значення кожного шару.

90. Що таке «пряма модель ГНМ» та «інверсна модель ГНМ»?

**Рекомендована література**

**Основна література**

1. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні / [Л.Є. Пелевін, К. І. Почка, О. М. Гаркавенко та ін.]. – К.: Інтерсервіс, 2016. – 258 с.

2. О.П. Губарев. Мехатроніка: Циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації / Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. // К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 160 с.

3. Цвіркун Л. І. Робототехніка та мехатроніка : навч. посіб. / Л. І.Цвіркун, Г. Грулер; під заг. ред. Л. І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Держ. вищий навч. закл. «Нац. гірн. ун-т». - 3-тє вид., перероб. і доп. - Дніпро : НГУ, 2017. - 224 c.

4. Нікольський Ю. В. Системи штучного інтелекту : навч. посіб. / Ю. В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю. М. Щербина. –Львів : Магнолія, 2021. – 280 с.

5. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с. ISBN 978-966-695-502-2.

**Допоміжна література**

1. Peter Corke. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB. - 2nd edition. – Springer, 2017. – 722 р.

2. Мехатроніка : навч. посіб. / Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. - – К., 2012. - 357 с

3. Peter Corke. Machine vision toolbox for Matlab. – release 3. – LGPL, 2015. – 242 p.

4. Основи робототехніки: навчальний посібник / Н.В. Морзе, Л.О. Варченко-Троценко, М.А. Гладун. – Кам’янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2016. – 184 с.

5. Троцько В.В. Методи штучного інтелекту: навчально-методичний і практичний посібник. – Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2020 – 86 с.

Розробник: к.т.н., доц. Павло МАЙДАН

*Погоджено:*

Зав. каф. МАЕЕС д.т.н., проф. Олег ПОЛІЩУК

Гарант ОПП «Машини та апарати легкої промисловості» к.т.н., доц. Світлана СМУТКО