Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи
_____ Олег БАРАНОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

«30» червня 2023 р.

# РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Конструювання промислових роботів
(назва навчальної дисципліни)

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

**Спеціальність:** 131 «Прикладна механіка»
(код та найменування спеціальності)

**Освітня програма:** «Роботомеханічні системи та комплекси»
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти**: другий (магістерський)

**Харків 2023 рік**

Робоча програма Конструювання промислових роботів

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

освітньою програмою «Роботомеханічні системи та комплекси».

«20» червня 2023 р, – 11 с.

Розробник: Широкий Ю.В., декан факультету авіаційних двигунів,

к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем

(назва кафедри)

Протокол № 10 від «30» червня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор _____ О.О. Баранов

(наукова ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td>Найменування показників</td><td>Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td>Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 9</td><td rowspan="3">Галузь знань<br>13 «Механічна інженерія»<br>(шифр і назва)</td><td>Обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td rowspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне завдання_РГР «Розрахунок робота на жорсткість»<br>(назва)</td><td rowspan="2">Спеціальність<br>131 «Прикладна механіка»<br>(шифр і назва)</td><td>2023 / 2024</td></tr>
<tr><td>Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Загальна кількість годин – 64/150</td><td rowspan="3">Освітня програма<br>Роботомеханічні системи та комплекси</td><td rowspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Кількість тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 96<br>самостійної роботи студента – 174</td></tr>
<tr><td>48 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Рівень вищої освіти:<br>другий (магістерський)</td><td>Практичні, семінарські[1]</td></tr>
<tr><td>48 год.</td></tr>
<tr><td>Лабораторні</td></tr>
<tr><td rowspan="5"></td><td>–</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>174 год.</td></tr>
<tr><td>Вид контролю</td></tr>
<tr><td>модульний контроль<br>іспит</td></tr>
</table>

**Примітка**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 96/174=0,55.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення** систематизувати знання з проектування та конструювання промислових роботів.

**Завдання** вивчення основних методів конструювання промислових роботів.

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

**1) Загальні компетентності (ЗК):**

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК4. Здатність розробляти проєкти та управляти ними.

**2) Фахові компетентності спеціальності (ФК):**

ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК2. Здатність описати, класифікувати та змоделювати широке коло технічних об’єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК4. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

**Програмні результати навчання:**

РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проєктування, аналізу і дослідження конструкцій роботів, машин та/або процесів в галузі роботизації машинобудування та суміжних галузях знань.

РН2. Розробляти і ставити на виробництво нові види роботів, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

**Міждисциплінарні зв’язки:** вивчення курсу «Конструювання промислових роботів» є базою для вивчення курсів «Апаратне та програмне забезпечення сучасного роботизованого виробництва», «Керування технічними об'єктами та процесами» і написання кваліфікаційної роботи.

## 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** Загальні положення. Механічна система ПР.

**Тема 1. Загальні положення.**
Основні поняття та визначення.
**Тема 2. Типові конструкції промислових роботів.**
Промислові роботи з висувною рукою**.** Промислові роботи з шарнірною рукою. Промислові роботи з горизонтальними осями шарнірів. Промислові роботи з вертикальними осями шарнірів. Портальні промислові роботи і промислові роботи мостового типу.
**Тема 3. Конструкція і розрахунок механічної системи промислових роботів.**
Кінематичні схеми маніпуляторів. Типові схеми орієнтувальних механізмів. Структурний і кінематичний синтез компонування робота. Задачі кінематики маніпуляторів промислових роботів. Опис переміщень механізмів і деталей методом матриць. Розв'язання задач кінематики промислових роботів.

**Змістовий модуль 2.** Система та елементи ПР. Розроблення конструкції ПР.

**Тема 4. Системи керування роботами. Види систем керування роботами**. Малоточечні циклові системи циклового управління типу УЦМ. Числові системи позиційного управління типу УПМ. Числові системи контурного керування серії УКМ.
**Тема 5**. **Приводи промислових роботів**. Пневматичні приводи. Гідравлічні приводи. Електромеханічні приводи. Вібраційні приводи. Ленто протяжні механізми.
**Тема 6**. **Система інформації роботів. Основні види та їх характеристики**. Блок-схеми систем інформації ПР. Вибір і обґрунтування інформаційної системи ПР. Підсистема сприйняття і контролю інформації про зовнішнє середовище. Системи штучного дотику. Підсистема контролю стану ПР. Підсистема забезпечення техніки безпеки.
**Тема 7. Точнісні показники і показники міцності роботів .** Розрахунок конструкції роботів на жорсткість. Розрахунок контактної жорсткості роботів. Динамічні характеристики робота та їх розрахунок. Розрахунок похибки позиціонування. Визначення допустимої похибки позиціонування робота, що обслуговує різні види виробничого обладнання.

## 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | денна форма | | | | |
| | усього | у тому числі | | | |
| | | лекції | прак.р. | лаб.р. | сам.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| **Модуль 1** | | | | | |
| **Змістовий модуль 1.** Загальні положення. Механічна система ПР. | | | | | |
| **Тема 1.** Загальні положення. | 32 | 4 | 4 | – | 24 |
| **Тема 2.** Типові конструкції промислових роботів. | 40 | 8 | 8 | – | 24 |
| **Тема 3.** Конструкція і розрахунок механічної системи промислових роботів. | 50 | 12 | 12 | – | 26 |
| Модульний контроль | 2 | – | – | – | 2 |
| Разом за змістовим модулем 1 | 124 | 24 | 24 | – | 76 |
| **Змістовий модуль 2.** Система та елементи ПР. Розроблення конструкції ПР. | | | | | |
| **Тема 5.** Системи керування роботами. Види систем керування роботами. | 30 | 6 | 6 | – | 18 |
| **Тема 6**. Приводи промислових роботів. | 30 | 6 | 6 | – | 18 |
| **Тема 7**. Система інформації роботів. Основні види та їх характеристики. | 30 | 6 | 6 | – | 18 |
| **Тема 8.** Точнісні показники і показники міцності роботів. | 32 | 6 | 6 | – | 20 |
| Модульний контроль | 2 | – | – | – | 2 |
| Разом за змістовим модулем 2 | 124 | 24 | 24 | – | 76 |
| Розрахунково-графічна робота | 20 | – | – | – | 20 |
| Контрольний захід | 2 | | | | 2 |
| **Усього годин** | 150 | 48 | 48 | | 174 |

## 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|---|---|---|
| 1 | | |

## 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Структура та складні елементи промислового робота. | 2 |
| 2 | Загальні питання конструювання роботів. | 4 |
| 3 | Вихідні дані для проектування ПР, їх склад, сутність показників. | 4 |
| 4 | Розрахунок та конструювання механічної системи ПР. | 4 |
| 5 | Деталі та ланки робочих механізмів, їх вибір та розрахунок. | 4 |
| 6 | Види систем керування роботами | 2 |
| 7 | Основні елементи автоматики ПР і їх характеристики. | 4 |
| 8 | Методика та послідовність розрахунку двигунів приводів робота. | 4 |
| 9 | Розрахунок елементів приводів двигунів виконавчих органів. | 4 |
| 10 | Динамічні характеристики робота і їх розрахунок. | 4 |
| 11 | Розрахунок конструкції роботів на жорсткість. | 4 |
| 12 | Вибір і обґрунтування систем управління ПР. | 2 |
| 13 | Вибір і обґрунтування інформаційної системи ПР. | 2 |
| 14 | Етапи та стадії проектування, впровадження на виробництво і експлуатації промислових роботів. | 4 |
| | **Разом** | **48** |

## 7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|---|---|---|
| 1 | | |
| | **Разом** | |

## 8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кіль-кість годин |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| 1 | Основні поняття і термінологія в робототехніці. | 6 |
| 2 | Функціональна структура робота. | 6 |
| 3 | Паспортна характеристика ПР і їх фізична сутність. | 6 |
| 4 | Компонувальні схеми. Основні ознаки. Критерії вибору. | 6 |
| 5 | Технологічні ПР. Основні характеристики, вимоги. | 6 |
| 6 | Допоміжні ПР. Основні види та їх особливості. | 6 |
| 7 | Адаптивні та інтерактивні роботи. Особливості та відмінності. | 6 |
| 8 | Числові системи контурного керування серії УКМ. | 6 |
| 9 | Циклові системи циклового управління типу УЦМ | 6 |
| 10 | Числові системи позиційного управління типу УПМ. | 6 |
| 11 | Основні елементи автоматики ПР і їх характеристики. | 6 |
| 12 | Блок-схеми систем інформації ПР. | 6 |
| 13 | Підсистема сприйняття і контролю інформації про зовнішнє середовище. | 6 |
| 14 | Системи штучного дотику. Підсистема контролю стану ПР | 8 |
| 15 | Підсистема забезпечення техніки безпеки | 8 |
| 16 | Класифікація видів випробувань ПР | 8 |
| 17 | Додаткові вимоги до випробувань ПР. Перелік і їх сутність | 8 |
| 18 | Контрольні випробування ПР. Основні види і їх сутність. | 8 |
| 19 | Вимоги до умов проведення контрольних випробувань. | 8 |
| 20 | Контрольні випробуваннях ПР. | 8 |
| 21 | Ресурсні випробування ПР. Програми ресурсних випробувань | 8 |
| 22 | Методики проведення ресурсних випробувань. | 8 |
| | **Разом** | **150** |

## 9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунково-графічної роботи з конструювання ПР.

## 10. Методи навчання

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

## 11. Методи контролю

Виконання та захист практичних робіт, виконання та захист РГР, письмовий модульний контроль, фінальний контроль (іспит) у вигляді підсумку балів за семестр, семестровий контроль (іспит).
Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту у вигляді письмового іспиту (комплексне завдання). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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** | | | |
| Виконання та захист практичних робіт | 0…2 | 8 | 0…16 |
| Модульний контроль | 0…20 | 1 | 0…20 |
| **Змістовний модуль 2** | | | |
| Виконання та захист практичних робіт | 0…2 | 8 | 0…16 |
| Модульний контроль | 0…20 | 1 | 0…20 |
| Виконання та захист РГР | 0…28 | 1 | 0…28 |
| **Всього за семестр** | | | **0…100** |

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

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань.

12.2. Якісні критерії оцінювання

**Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:**

- типові конструкції промислових роботів (ПР);
- типи приводів ПР;
- типи систем керувань ПР;
- впровадження для забезпечення техніки безпеки;
- вимоги до умов проведення контрольних випробувань;
- організацію контрольно-діагностичного устаткування;
- методики проведення ресурсних випробувань.

**Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:**

- обирати схеми компоновок ПР;
- обирати приводи ПР;
- обирати елементи автоматики ПР;
- організовувати сприйняття і контроль інформації про зовнішнє середовище;
- організовувати контрольні та ресурсні випробування ПР.

12.3 Якісні критерії оцінювання

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Виконати домашнє завдання. Мати уяву про роль та місце промислових роботів в вирішенні задач автоматизації технологічних процесів та виробництв; основні характеристики які впливають на конструкцію промислових роботів; склад та сутність основних показників ПР; основні ознаки компонувальних схем та критерії їх вибору. Вміти робити вибір та обґрунтовувати компонувальні схеми ПР; робити розрахунок кінематичних ланцюгів.

**Добре (75 - 89).** Твердо знать мінімум знань, виконати та захистити домашнє завдання . Знати основні характеристики які впливають на конструкцію промислових роботів; склад та сутність основних показників ПР; основні ознаки компонувальних схем та критерії їх вибору **,** визначення основних конструктивно-технологічних показників ПР за паспортними характеристиками; методика і послідовність розрахунку двигунів приводів робота. Вміти робити вибір та обґрунтовувати компонувальні схеми ПР; робити розрахунок кінематичних ланцюгів; робити вибір і обґрунтування типу приводів.

**Відмінно (90 - 100)**. Повно знати основній та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Знати основні характеристики які впливають на конструкцію промислових роботів; склад та сутність основних показників ПР; основні ознаки компонувальних схем та критерії їх вибору **,** визначення основних конструктивно-технологічних показників ПР за паспортними характеристиками; методика і послідовність розрахунку двигунів приводів робота, активні і пасивні системи зрівноважування. Вміти робити вибір та обґрунтовувати компонувальні схеми ПР; робити розрахунок кінематичних ланцюгів; робити вибір і обґрунтування типу приводів; розрахунок конструкції роботів на жорсткість, точність та міцність.

**Шкала оцінювання: бальна і традиційна**

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

## 13. Методичне забезпечення

1. Конструювання промислових роботів [Текст] : навч. посіб. / Г. І. Костюк, О. О. Баранов, Ю. В. Широкий. ─ Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. ─ 136 с. http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kostyuk_Konstruyuvannya.pdf

2. Математичні основи робототехнічних систем [Текст] : навч. посіб. / О. О. Баранов, Н. В. Руденко, Ю. В. Широкий. ─ Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2021. ─ 224 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/Matematychni osnovy robototekhnichnykh system.pdf

## 14. Рекомендована література

### Базова


1. ДСТУ 2879-94 Маніпулятори, автооператори, роботи промислові та системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення. http://www.leonorm.com.ua/eshop/Default.php?Page=stlist&ObjId=367&CatId=1
2. Робототехніка та мехатроніка : навчальний посібник / Леонід Іванович Цвіркун, Герхард Грулер; В.о. Нац. гірничий ун-т.– Дніпропетровськ : НГУ, 2007.– 216 с. http://catalog.odnb.odessa.ua/opac/index.php?url=/notices/index/IdNotice:130749/Source:default
3. Проць. Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник . – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232с. http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/783/1/Textbook-Prots_Ya-Gripping_devices_of_industrial_robots__2008.pdf


### Допоміжна


1. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання : Навчальний посібник для студ. вузів / Юрій Васильович Кодра, Зіновій Антонович Стоцько; В.о. М-во освіти і науки України. Наук.-метод. центр вищої освіти; За ред. Зіновій Антонович Стоцько.– 2-е вид.– Львів : Бескид Біт, 2004.– 466 с. http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2003/Promyshlennye%20roboty.pdf
2. Деталі машин та основи конструювання / Под ред. М. Н. Єрохіна. - М .: Колос, 2005. - 462 с .: іл. - (Підручники і навч. Посібник для студентів вищ. Навч. Закладів).


## 15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри http://k202.tilda.ws/
Сайт дисципліни https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2693