

# Опис навчальної дисципліни

**ПЛАНУВАННЯ РУХУ роботів І МАНІПУЛЯТОРІВ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь** | |
| Освітній ступінь | *Магістр* |
| Спеціальність | 133 «Галузеве машинобудування» |
| Освітня програма | «Робототехнічні системи і комплекси сільськогосподарського виробництва» |
| **Характеристика навчальної дисципліни** | |
| Вид | Обов’язкова |
| Загальна кількість годин | 120 |
| Кількість кредитів ECTS | 4,0 |
| Кількість змістових модулів | 2 |
| Курсовий проект (робота) | - |
| Форма контролю | Екзамен |
| **Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання** | |
|  | денна форма навчання |
| Рік підготовки | 1 |
| Семестр | 2 |
| Лекційні заняття | 15 год. |
| Практичні, семінарські заняття | - |
| Лабораторні заняття | 15 год |
| Самостійна робота | 90 год. |
| Індивідуальні завдання |  |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання | 1 год. |

1. **Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою дисципліни** є формування системи спеціальних знань та практичних навичок у галузі теоретичних досліджень механіки роботів та робототехнічних систем, їх проектування за заданими критеріями і властивостями згідно із технологією робочого процесу у сільськогосподарському виробництві.

**Завдання дисципліни:** полягають в ознайомленні з методиками дослідження механіки робототехнічних систем і комплексів та теоретичного обґрунтування конструкційних, кінематичних і динамічних параметрів у тому обсязі, який дає можливість успішно засвоїти теоретичні аспекти і набути твердих практичних навичок у розв’язуванні технічних задач, розвити культуру інженерного мислення, навичок аналізу і розрахунку технологічних параметрів, кінематичних і динамічних схем роботів та робототехнічних систем сільськогосподарського виробництва.

**Набуття компетентностей:**

*Інтегральна компетентність (ІК):*

Здатність розв’язувати складні завдання і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають проведення дослідження та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог

*Загальні компетентності (ЗК):*

ЗК1. Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

*Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):*

СК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв’язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримування практичних результатів.

СК3. Здатність створювати нову техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

**Програмні результати навчання:**

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

**Графік навчання**

**Розподіл навчального часу за темами по видам занять**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | |
| денна форма | | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| тижні | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| л | п | лаб | інд | с.р. | л | п | лаб | інд | с.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 2-й семестр | | | | | | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 1. Теорія руху елементів роботів та роботехнічних систем | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1.1. Методи створення динамічних моделей роботехнічних систем | 1 | **9** | 1 |  | 1 |  | 7 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1.2. Теорія кочення колеса робототехнічної системи зі слідом | 2 | **8** | 1 |  | 1 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1.3. Динаміка руху коліс роботехнічних систем при взаємодії з колією змінного профілю | 3 | **8** | 1 |  | 1 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1.4. Поняття про розв’язок задач динаміки систем твердих тіл у тензорній формі | 4 | **9** | 1 |  | 1 |  | 7 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1.5. Диференціальні рівняння руху маніпуляційних роботехнічних систем | 5 | **8** | 1 |  | 1 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1.6. Динаміка руху антропоморфних робототехнічних систем | 6 | **9** | 1 |  | 1 |  | 7 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1.7. Моделювання руху автоматичного крокуючого робота із багатьма кінцівками | 7 | **9** | 1 |  | 1 |  | 7 |  |  |  |  |  |  |
| **Разом за змістовим модулем 1** | **60** | | **7** |  | **7** |  | **46** |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Змістовий модуль 2. Розрахунки на міцність, жорсткість і вібростійкість та біонічні аспекти розробки робочих органів роботів і робототехнічних систем | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 2.1. Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів для робочих органів роботів і робототехнічних систем | 12 | **8** | 1 |  | 1 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2.2. Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і жорсткість при статичному навантаженні | 13 | **8** | 1 |  | 1 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2.3. Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і втому при регулярних і нерегулярних режимах силового навантаження | 14 | **8** | 1 |  | 1 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2.4. Методи розрахунків на міцність і вібростійкість маніпуляторів з імпульсними двигунами | 15 | **8** | 1 |  | 1 |  | 6 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2.5. Біоніка як складова сучасної робототехніки | 8 | **7** | 1 |  | 1 |  | 5 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2.6. Біомеханічні дослідження ходи тварин | 9 | **7** | 1 |  | 1 |  | 5 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2.7. Розробка біонічних кінцівок в робототехнічних системах | 10 | **7** | 1 |  | 1 |  | 3 |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Тема 2.8. Розробка біонічних систем для догляду за тваринами | 11 | **7** | 1 |  | 1 |  | 5 |  |  |  |  |  |  |
| **Разом за змістовим модулем 2** | **60** | | **8** |  | **8** |  | **44** |  |  |  |  |  |  |
| **Усього годин за семестр** | **120** | | **15** |  | **15** |  | **90** |  |  |  |  |  |  |

1. **Теми лабораторних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
| 1 | Вивчення методів створення динамічних моделей роботехнічних систем | 2 |
| 2 | Дослідження теорії кочення колеса робототехнічної системи зі слідом | 2 |
| 3 | Динамічні дослідження руху коліс роботехнічних систем при взаємодії з колією змінного профілю |  |
| 4 | Дослідження розв’язку задач динаміки систем твердих тіл у тензорній формі | 2 |
| 5 | Складання диференціальних рівнянь руху маніпуляційних роботехнічних систем | 2 |
| 6 | Дослідження динаміки руху антропоморфних робототехнічних систем | 2 |
| 7 | Моделювання руху автоматичного крокуючого робота із багатьма кінцівками | 2 |
| 8 | Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів для робочих органів роботів і робототехнічних систем | 2 |
| 9 | Проведення розрахунків робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і жорсткість при статичному навантаженні | 2 |
| 10 | Проведення розрахунків робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і втому при регулярних і нерегулярних режимах силового навантаження | 2 |
| 11 | Вивчення методів розрахунків на міцність і вібростійкість маніпуляторів з імпульсними двигунами | 2 |
| 12 | Визначення коефіцієнта корисної дії м’язів ніг людини | 2 |
| 13 | Експериментальне визначення проекції загального центра ваги тіла на горизонтальну площину | 2 |
| 14 | Експериментальне визначення моменту інерції тіла методом фізичного маятника | 2 |
| 15 | Обчислення моменту інерції та координат загального центра ваги тіла людини у фіксованій позі по фотографії | 2 |

1. **Теми самостійних робіт**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин |
| 1 | Методи створення динамічних моделей роботехнічних систем | 2 |
| 2 | Теорія кочення колеса робототехнічної системи зі слідом | 2 |
| 3 | Динаміка руху коліс роботехнічних систем при взаємодії з колією змінного профілю |  |
| 4 | Поняття про розв’язок задач динаміки систем твердих тіл у тензорній формі | 2 |
| 5 | Диференціальні рівняння руху маніпуляційних роботехнічних систем | 2 |
| 6 | Динаміка руху антропоморфних робототехнічних систем | 2 |
| 7 | Моделювання руху автоматичного крокуючого робота із багатьма кінцівками | 2 |
| 8 | Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів для робочих органів роботів і робототехнічних систем | 2 |
| 9 | Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і жорсткість при статичному навантаженні | 2 |
| 10 | Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і втому при регулярних і нерегулярних режимах силового навантаження | 2 |
| 11 | Методи розрахунків на міцність і вібростійкість маніпуляторів з імпульсними двигунами | 2 |
| 12 | Біоніка як складова сучасної робототехніки | 2 |
| 13 | Біомеханічні дослідження ходи тварин | 2 |
| 14 | Розробка біонічних кінцівок в робототехнічних системах | 2 |
| 15 | Розробка біонічних систем для догляду за тваринами | 2 |

**5. Методи навчання.**

Навчальний процес підготовки студентів із дисципліни «Динаміка роботів, маніпуляторів та БПЛА» передбачає застосування науково-педагогічними працівниками кафедри, широкого спектру методів навчання. При цьому перевага надається наступним трьом групам методів:

- організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності;

- мотивації навчально-пізнавальної діяльності;

- контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

Для розвитку у студентів творчого технічного мислення при оволодінні ними дисципліни, виникає необхідність розчленування кожної теми (проблеми) курсу на логічно завершені частини (блоки), потім їх подання в наочній графічній формі – укрупненому алгоритмі, який забезпечує зв’язки між цими окремими частинами (блоками). Така форма подачі навчальної інформації забезпечує не тільки процес формування системного мислення, але й вчить методології цього процесу, розвиває уміння алгоритмічно записувати свою думку.

Для реалізації мети дисципліни застосовуються методи передачі та сприйняття навчальної інформації:

1. Словесні (розповідь, бесіда, лекція);
2. Наочні (ілюстрація, демонстрація);
3. Практичні (досліди, вправи, навчально-продуктивна праця).

- Логічні методи передачі і сприймання інформації:

1. Індуктивні;
2. Дедуктивні;
3. Аналітичні, синтетичні, аналітико-синтетичні.

- Методи самостійної роботи:

1. Робота з навчально-науковою книгою, самостійна письмова робота, лабораторна робота;
2. Робота під керівництвом викладача, включаючи й роботу з лабораторним обладнанням;
3. Самостійна робота студентів (в інтернеті, з книгою, письмова, лабораторна, виконання індивідуальних завдань).

При цьому науково-педагогічні працівники кафедри проводять і забезпечують:

- Лекції з докладним викладенням навчального матеріалу з типовим розв’язанням задач і презентаціями.

- Практичні заняття – групові заняття з розв’язанням типових задач з подальшим переходом розв’язання контрольних задач.

- Лабораторні заняття – групові заняття з виконанням лабораторних робіт і їх захистом.

- Самостійну роботу студентів, яка пов’язана з детальним опрацюванням лекційного і практичного матеріалу через виконання самостійних робіт.

- Індивідуальну роботу із студентами шляхом надання консультацій, зокрема, по виконанню самостійних робіт і опрацьованому матеріалу курсу, захисту лабораторних робіт і практичних задач, відпрацювання поточних контрольних робіт по відповідним темам.

1. **Форми контролю.**

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з навчальної дисципліни «Проектування машин і обладнання вібраційної дії» здійснюють відповідно до кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Поточний контроль проводиться під час виконання практичних завдань, індивідуальної роботи студентів, контрольних і самостійних робіт для засвоєнням модуля (модульний контроль).

Підсумковий контроль – включає іспит з цієї навчальної дисципліни.

Кожен модуль може оцінюватись в умовних балах пропорційно обсягу часу, відведеному на засвоєння матеріалу цього модуля.

Курс складається з 2-х модулів. Кожен модуль оцінюється в балах за 100-бальною шкалою, враховуючи результати засвоєння теоретичного та практичного навчального матеріалу за час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання і захисту лабораторних і практичних робіт.

Максимальна розрахункова кількість балів, яку студент може набрати за кожен модуль, дорівнює 100. Наприкінці семестру, перед атестацією, викладач підраховує рейтинг студента з навчальної роботи Rнр за семестр, враховуючи кількість модулів у семестрі, набрані студентом бали за кожен модуль, та кількість кредитів ECTS, яка відповідає кожному модулю.

Розрахунковий рейтинг з дисципліни Rдис приймається за 100 балів. При цьому, рейтинг з навчальної роботи Rнр дорівнює 70 балів, рейтинг з атестації Rат – 30 балів.

Студенти, які протягом навчального семестру набрали кількість балів, яка менша ніж 50% від розрахункового рейтингу з навчальної роботи Rнр (менша мінімальної рейтингової оцінки, тобто 35 балів за семестр), зобов’язані до початку сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до атестації і мають академічну заборгованість.

1. **Розподіл балів, які отримують студенти.**

Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. протокол № 10 з табл. 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оцінка**  **національна** | **Визначення оцінки** | **Рейтинг студента,**  **бали** |
| **Відмінно** | **ВІДМІННО** – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок | **90 − 100** |
| **Добре** | **ДУЖЕ ДОБРЕ** – вище середнього рівня з кількома помилками | **82 − 89** |
| **ДОБРЕ** – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок | **74 – 81** |
| **Задовільно** | **ЗАДОВІЛЬНО** – непогано, але зі значною кількістю недоліків | **64 − 73** |
| **ДОСТАТНЬО** – виконання задовольняє мінімальні критерії | **60 – 63** |
| **Незадовільно** | **НЕЗАДОВІЛЬНО** – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку) | **35 − 59** |
| **НЕЗАДОВІЛЬНО** – необхідна серйозна подальша робота | **01 − 34** |

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни **RДИС** (до 100 балів)одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи **RНР** (до 70 балів): **R ДИС  = R НР  + R АТ .**

1. **Навчально-методичне забезпечення**
2. Трифонова О. М., Хомутенко М. В., Садовий М. І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив Систем», 2019. – 120 с.
3. Чаусов М.Г., Куценко А.Г., Бондар М.М. Прикладна механіка. Навчальний посібник – Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2011. – 417с.

**9. Рекомендовані джерела інформації**

**Основна**

1. Дмитрів В., Ланець О. Динаміка і точність роботів. Навчальний посібник. – Львів: Львівська політехніка, 2021. – 197 с.
2. Міщук Д.О. Роботи і маніпулятори. Підручник – К.: Компринт, 2020.- 268с.
3. Міщук Д.О. Проектування та конструювання робототехнічних систем. Навчальний посібник – К.: Компринт, 2020.- 185 с.
4. Пелевін Л.Є., Почка К. І., Гаркавенко О. М. та ін. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні – К.: Інтерсервіс, 2016. – 258 с.

**Допоміжна**

1. Булгаков В.М., Гриник І.В., Калетнік Г.М., Адамчук В.В., Тіщенко Л.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка: підручник / за ред. акад. НААН В.М. Булгакова. – К.:Аграр. наука, 2014. − 560 с.
2. Маніпулятори, автооператори, роботи промислові та системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення. ДСТУ 2879 − 94. − 31 с.
3. Цвіркун Л.І. Робототехніка та мехатроніка. Навчальний посібник / під заг. ред. Л.І. Цвіркуна: 3-тє вид., переробл. і доповнене – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
4. [Boaz Arad](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Arad/Boaz), [Jos Balendonck](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Balendonck/Jos), [Ruud Barth](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Barth/Ruud), [Ohad Ben-Shahar](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Ben%E2%80%90Shahar/Ohad), [Yael Edan](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Edan/Yael), [Thomas Hellström](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Hellstr%C3%B6m/Thomas), [Jochen Hemming](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Hemming/Jochen), [Polina Kurtser](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Kurtser/Polina), [Ola Ringdahl](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Ringdahl/Ola), [Toon Tielen](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Tielen/Toon), [Bart van Tuijl](https://onlinelibrary.wiley.com/authored-by/Tuijl/Bart) Development of a sweet pepper harvesting robot. Journal of Field Robotic. 2020, 37(6). <https://doi.org/10.1002/rob.21937>.
5. [Luiz F. P. Oliveira](https://sciprofiles.com/profile/1482906), [António P. Moreira](https://sciprofiles.com/profile/1106148), [Manuel F. Silva](https://sciprofiles.com/profile/711714). Advances in Agriculture Robotics: A State-of-the-Art Review and Challenges Ahead. *Robotics*. 2021, 10(2), 52; <https://doi.org/10.3390/robotics10020052>.
6. M.A.K. Bahrin, M.F. Othman, N.H.N. Azli, M.F. Talib Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic Jurnal Teknologi, 2016, 78.:pp. 6-13. [Google Scholar].
7. Olmedo N.A., Barczyk M., Zhang H., Wilson W., Lipsett M.G. A UGV-Based Modular Robotic Manipulator for Soil Sampling and Terramechanics Investigations. J. Unmanned Veh. Syst. 2020;8:364–381. doi: 10.1139/juvs-2020-0003. [CrossRef] [Google Scholar].
8. Olmedo N.A., Lipsett M.G. Design and field experimentation of a robotic system for tailings characterization. Journal of Unmanned Vehicle Systems. Vol. 4. N 3. 2016.<https://doi.org/10.1139/juvs-2015-0034>.

**10. Інформаційні ресурси**

<http://uk.wikipedia.org/wiki/Робототехніка>

<http://www.gntb.gov.ua/ua/>

<http://www.robotica.in.ua>

<http://www.dynamicmachinecorp.com/>

<http://www.dynamiccnc.com/>

<http://robomaniac.com.ua/>

<https://chg.dcz.gov.ua/publikaciya/robototehnika-shtuchnyy-intelekt>

<http://edurobots.ru/kurs-arduino-dlya-nachinayushhix/>

<https://lviv.com/panoptykum/korotka-istoriya-robotiv/>

<https://www.imena.ua/blog/5-directions-of-development-of-robotics/>