



Конструювання механізмів малогабаритних роботів Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>151. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані технології проектування приладів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. / 120 год. (54 години аудиторної роботи, 66 годин самостійної роботи)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / Поточний контроль, контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доц., к.т.н. Нечай Сергій Олексійович, prilad@ukr.net Практичні: доц., к.т.н. Нечай Сергій Олексійович, prilad@ukr.net
Розміщення курсу	<i>https://www.sikorsky-distance.org/</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Малогабаритні роботи дозволяють виконувати механічні задачі у побуті і виробництві, вони за своїми ознаками та актуальністю займають важливу долю у сучасному приладобудуванні.

Конструюючи малогабаритні роботи для вирішення задач автоматизації процесів, студенти астосовуватимуть знання законів фізики, механіки у поєднанні з електротехнікою, електронікою і мікропроцесорної технікою, радіозв'язку у практичних ситуаціях. Одержаний досвід буде закріплюватись і застосовуватись у подальшому процесі навчання, проходження практик, у процесі курсового і дипломного проектування, подальшій інженерній діяльності.

Мета дисципліни – навчити проводити конструкторську розробку деталей, вузлів малогабаритних роботів та представляти результати у вигляді конструкторської документації. Щоб студенти могли знати:

- структуру малогабаритних роботів;
- можливості малогабаритних роботів;
- порядок конструювання механізмів малогабаритних роботів;
- точну механіку.

Вміти:

- синтезувати схеми механізмів та аналізувати їх структуру, кінематику, динаміку;
- обирати модулі у процесі конструювання малогабаритних роботів;
- оформлювати графічні і текстові конструкторські документи з урахуванням вимог відповідних стандартів.

Предмет дисципліни – малогабаритні роботи різного призначення.

Програмні результати навчання:

Компетентності:

- K1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K2. Здатність використовувати інформаційні технології.
- K3. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- K4. Здатність здійснення безпечної діяльності.

К5. Здатність до збереження навколишнього середовища.

К6. Здатність використання математичних методів для аналізу елементів і систем автоматизованих приладів.

К7. Здатність застосовувати закони фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів у комп'ютерно-інтегрованих системах керування та обробки зовнішньої інформації автоматизованих приладів.

К8. Здатність виконувати аналіз автоматизованих приладів на основі знань про їх призначення та процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем керування.

К9. Здатність обґрунтовувати вибір конструкцій, принципів та структурних схем автоматизованих приладів на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до автоматизованих приладів і експлуатаційних умов.

К11. Здатність виконувати автоматизоване тривимірне проектування елементів, вузлів і в цілому автоматизованих приладів.

К12. Здатність виконувати автоматизоване проектування якісно нових апаратів точної механіки.

К11. Здатність розробляти, складати, моделювати, виробляти, досліджувати малогабаритні мобільні апарати.

К13. Здатність розробляти і експлуатувати наземні, водні та повітряні автоматизовані прилади.

Знання:

П4. Вміти практично використовувати сучасні системи автоматизованого проектування.

П5. Знати і володіти основами конструювання елементів та вузлів точної механіки.

П7. Знати основні положення та практичні методи конструювання автоматизованих приладів наземного та повітряного використання.

П8. Вміти аналізувати та синтезувати системи автоматичного керування автоматизованих приладів.

П10. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин для обґрунтування вибору чи розробки засобів спостереження за зовнішнім та внутрішнім середовищем; орієнтуватися в системах збору та аналізу даних.

П12. Вміти виконувати роботи з проектування автоматизованих приладів, знати правила оформлення графічних і текстових конструкторських документів з врахуванням вимог відповідних стандартів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік дисциплін, що необхідні для успішного засвоєння дисципліни: Інженерна графіка, Додаткові розділи фізики, Комп'ютерна графіка, Конструювання елементів приладів автоматизованих систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Синтез і структурний аналіз механізмів роботів.

Тема 1.1. Структура кінематичних ланцюгів. Кінематичні пари і їх класифікація.

Тема 1.2. Основні принципи формування механізмів і системи їх класифікації.

Розділ 2. Кінематичний аналіз механізмів малогабаритних роботів.

Тема 2.1. Графічний метод кінематичного аналізу. Основні види плоских механізмів. Задачі кінематичного аналізу.

Тема 2.2. Побудова планів швидкостей і прискорень для важільних механізмів кінцівок робота.

Тема 2.3. Визначення швидкостей і прискорень аналітичним методом.

Тема 2.4. Кінематичний аналіз і синтез кулачкових механізмів.

Розділ 3. Тертя в механізмах.

Тема 3.1. Основні положення про тертя. Види тертя. Тертя при прямолінійному русі. Тертя при обертовому русі.

Тема 3.2. Тертя змазаних тіл. Тертя кочення.

Розділ 4. Динамічний аналіз механізмів малогабаритних роботів.

Тема 4.1. Визначення приведених сил (моментів). Класифікація сил, які прикладені до ланок механізму. Приведення сил. Теорема Жуковського. Приведення мас і моментів інерції.

Базова література:

1. Арендаренко В. М., Дудніков І. А. Теорія механізмів і машин у прикладах і задачах: Навч. посіб.– Університетська книга, 2023. – 176 с.
2. Попов С.В., Бучинський М.Я., Гнітько С.М., Чернявський А.М. Теорія механізмів технологічних машин: підручник – Ліра-К, 2020. – 268 с.

Додаткова література:

3. Яременко В. В., Троханяк О. М. Теорія механізмів і машин. Навчальний посібник – Центр учбової літератури, 2023. – 244 с.
4. Черниш О. М. Прикладна механіка. Навчальний посібник для практичних робіт – Центр учбової літератури, 2023. – 244 с.
1. Ковалёв Ю. А., Кошель С. О., Манойленко О. П. Проектування промислових роботів та маніпуляторів: Навч. посіб. – Центр навчальної літератури., 2019. – 256 с.
2. Kutsenko A. Structural Mechanics. Part II. The calculations of complex arches and frames. Manual – Центр навчальної літератури, 2024. – 256 с.
3. Кошель С. О., Березін Л. М., Кошель Г. В. Технічна механіка– Центр навчальної літератури, 2023. – 156 с.

Навчальний контент

4. Логіка опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів.

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційний курс розрахований на поглиблене вивчення основ конструювання механізмів робототехніки малих габаритів.

Лекційні заняття

Розділ 1. Синтез і структурний аналіз механізмів роботів.

Тема 1.1. Структура кінематичних ланцюгів. Кінематичні пари і їх класифікація.

Лекція 1. Вступ. Мета і задачі курсу. Приклади кінематичних пар. Умовні відображення кінематичних пар. Відображення, застосовувані на кінематичних схемах, Кінематичні ланцюги. Прості і складні кінематичні ланцюги.

Література: /1, 2/.

Тема 1.2. Основні принципи формування механізмів і системи їх класифікації.

Лекція 2. Структура плоских механізмів. Вищі і нижчі пари. Заміняючі механізми. Структура просторових механізмів. Сімейства механізмів.

Література: /1, 2/.

Розділ 2. Кінематичний аналіз механізмів малогабаритних роботів.

Тема 2.1. Графічний метод кінематичного аналізу. Основні види плоских механізмів. Задачі кінематичного аналізу.

Лекція 3. Графічний метод кінематичного аналізу. Основні види плоских механізмів. Задачі кінематичного аналізу.

Література: /1, 2/.

Лекція 4. Побудова положень механізму, Кінематична діаграма.

Література: /1, 2/.

Тема 2.2. Побудова планів швидкостей і прискорень для важільних механізмів кінцівок робота.

Лекція 5. Побудова планів швидкостей і прискорень. Основні положення.

Література: /1, 2/.

Лекція 6. Побудова планів швидкостей і прискорень для важільних механізмів із 4 ланками.

Література: /1, 2/.

Тема 2.3. Визначення швидкостей і прискорень аналітичним методом.

Лекція 7. Визначення швидкостей аналітичним методом на прикладі важільного механізму із 4 ланками.

Література: /1, 2/.

Лекція 8. Визначення прискорень аналітичним методом на прикладі важільного механізму із 4 ланками.

Література: /1, 2/.

Тема 2.4. Кінематичний аналіз і синтез кулачкових та інших механізмів.

Лекція 9. Призначення кулачкових механізмів і їх види. Закони переміщення штовхачів. Кінематичний аналіз кулачкових механізмів. Визначення мінімального радіусу кулачка. Побудова профілю кулачка.

Література: /1, 2/.

Лекція 10. Класифікація зубчатих передач. Передаточне відношення. Основне коло. Геометричні параметри зубчатих коліс.

Література: /1, 2/.

Лекція 11. Кінематика планетарних і диференціальних передач. Основа побудови планетарних і диференціальних механізмів.

Література: /1, 2/.

Лекція 12. Механіка у поєднанні з електротехнікою, електронікою і мікропроцесорної технікою, технікою радіозв'язку в практичних ситуаціях.

Література: /1, 2/.

Лекція 13. Біоніка та механізми.

Література: /1, 2/.

Лекція 14. Основні поняття і визначення взаємозамінності.. Допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань.

Література: /1, 2/.

Розділ 3. Тертя в механізмах.

Тема 3.1. Основні положення про тертя. Види тертя. Тертя при прямолінійному русі. Тертя при обертовому русі.

Лекція 15. Основні положення про тертя. Тертя при прямолінійному русі. Тертя при обертовому русі.

Література: /1, 2/.

Тема 3.2. Тертя змазаних тіл. Тертя кочення.

Лекція 16. Тертя змазаних тіл. Тертя кочення.

Література: /1, 2/.

Розділ 4. Динамічний аналіз механізмів малогабаритних роботів.

Тема 4.1. Визначення приведених сил (моментів). Класифікація сил, які прикладені до ланок механізму. Приведення сил. Теорема Жуковського. Приведення мас і моментів інерції.

Лекція 17. Визначення приведених сил (моментів). Класифікація сил, які прикладені до ланок механізму. Приведення сил.

Література: /1, 2/.

Лекція 18. Теорема Жуковського. Приведення мас і моментів інерції..

Література: /1, 2/.

Основні завдання циклу практичних занять є засвоєння студентами знань і умінь відповідно темам, розробляти конструкторську документацію для приладів, з відомостями про яку студентів було ознайомлено на лекційних заняттях.

Під час практичних занять студентам необхідно також розробляти ескізи елементів, робочі креслення деталей, документацію на складальні одиниці за індивідуальними завданнями.

№ з/п	Назва тем практичних занять
1	Структурний аналіз механізмів. Розбивка їх на структурні групи. Визначення ступеня рухомості механізму.
2	Побудова положень механізму та кінематичної діаграми.
3	Побудова планів швидкостей.
4	Побудова планів прискорень.
5	Визначення швидкостей і прискорень аналітичним методом.
6	Визначення приведеної сили (моменту).
7	Побудова профілю кулачка.
8	Розрахунок геометричних параметрів зубчатих коліс.
9	Залікове заняття.

Лабораторні заняття

Не передбачено.

Контрольні роботи

Передбачено.

5. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 66 годин самостійної роботи студентів, на яких студенти опрацьовують матеріал лекційних занять, літературних джерел, тощо. Робота направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу, на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає:

- закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни;
- здобуття навичок самостійного вивчення матеріалу.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі *Zoom* та *Google Meet* - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується предмету дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернет;
 - забороняється будь-яким чином не етична поведінка під час проведення занять.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;

- *максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.*
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - *перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;*
 - *перескладань для підвищення балів передбачено.*
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - *округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.*
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - *оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;*
 - *нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;*
 - *негативний результат оцінюється в 0 балів.*

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- *У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.*

Загальні рекомендації

- *Лекційні, практичні заняття рекомендується відвідувати в повному обсязі.*
- *Завдання практичних занять рекомендується виконувати послідовно в зазначені викладачем терміни. Виконання наступних завдань базується на виконаних попередніх.*
- *Для виконання завдань практичних занять студентам необхідно встановити на персональних комп'ютерах систему CAD/CAE (Solid, Компас, Catia, AutoCAD Inventor, тощо).*
- *Для допуску до семестрового контролю студентам необхідно виконати всі завдання практичних занять, відпрацювати обидві контрольні роботи, виконати графічну роботу в термінах до останнього заняття за розкладом. Семестровий контроль проходить в вигляді екзамену. Для студентів, що не впоралися із завданнями вчасно, можливо відпрацювання в режимі консультацій і складання екзамену під час додаткової сесії.*

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Система рейтингових балів. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

1) відповіді під час експрес контролю на лекційних заняттях (проводиться після вивчення кожного розділу, кредитний модуль складається з 3 розділів);

2) виконанні вправ на практичних заняттях;

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Експрес контролю на лекційних заняттях.

Ваговий бал – 7. Максимальна кількість балів дорівнює 7 балів * 4 розділи = 28 бали.

Питання розкрито повністю – 7 бал.

Неповна відповідь – 5-6 балів.

Відповідь невірна – 0-4 бали.

2. Робота на практичних заняттях.

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів дорівнює 4 бали * 18 практичних занять = 72 бали.

Завдання виконано повністю – 4 бали.

Завдання виконано неповністю – 3 бали.

Завдання не виконано або виконано не правильно – 0-2 бали.

Розрахунок шкали (R_c) рейтингу:

сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 28 + 72 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент повинен набрати не менше ніж 18 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 35 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент матиме не менше ніж 33 бали (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 66 бали).

Заохочувальні бали за виконання додаткових завдань із кредитного модулю – «+» від 4 до 7 заохочувальних балів.

Максимальний рейтинг студента складає: $R_D = R_c = 100$ балів.

На останньому за розкладом практичному занятті проводиться залік.

Умови допуску до заліку є виконання завдань практичних занять, виконання та захист робіт комп'ютерного практикуму, а також стартовий рейтинг (r_c) не менше 40 % від R_c , тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше **0,6 R**, зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($RD \geq 0,6 R$), мають можливість:

- отримати залікову оцінку так званим “автоматом” відповідно до набраного рейтингу;
- виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки;
- у разі отримання оцінки, більшої ніж “автоматом” з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи;
- у разі отримання оцінки меншої, ніж “автоматом” з рейтингу, використовується м'яка РСО – за студентом зберігається оцінка, отримана “автоматом”.

Залікова робота (Виходячи з розміру шкали $RD = 100$ балів).

Залік складається з двох теоретичних питань (30 балів кожне) і одного практичного завдання (40 балів).

Теоретичне питання розкрито повністю – 30 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 20 - 29 балів.

Теоретичне питання розкрито на частково – 5 - 19 балів.

Відповідь невірна – 1 - 4 бали.

Відповідь відсутня – 0 балів.

Практичне завдання виконано без помилок – 40 балів.

Практичне завдання виконано з помилкою, що не впливає на кінцевий результат – 35 - 39 балів.

Практичне завдання виконано з помилкою, що впливає на кінцевий результат – 30 - 34 бали.

Практичне завдання виконано не повністю – 20 - 29 балів.

Практичне завдання виконано не вірно – 1 - 19 балів.

Практичне завдання не виконано – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н. Нечай Сергій Олексійович

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету¹ (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.