



Вимірювачі параметрів руху технічних об'єктів 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>3 курс, осінній 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

Вимірювання переміщення, швидкості завжди було затребувано суспільством, тому що ці параметри визначають не тільки положення тіла в просторі, але і енергетичні можливості системи в цілому. Сьогодні ні один транспортний засіб починаючи від велобайка і Тесла, до ракети і конвертоплана не обходиться без засобів вимірювання як кутової так і лінійної швидкості. Смартфони, смартгодинники, ноутбуки також мають на борту засоби вимірювання (акселерометри), що дозволяють визначити швидкість і пройдений шлях. При визначенні витрати рідких і газоподібних середовищ визначальним параметром витрати є швидкість відповідного середовища. В даний час номенклатура вимірювальних пристроїв представлена засобами вимірювання з вбудованою електронікою. Для успішної експлуатації машин і механізмів, їх діагностики необхідно точне визначення параметрів механічних величин шляхом їх вимірювання і аналізу.

Мета дисципліни – навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

- створення або вибору приладів для вимірювання механічних величин;
- провести аналіз і синтез характеристик моделі;
- оцінки отриманих результатів;
- перенесення знань із математичної моделі на оригінал;
- вибору методу вимірювання;
- вибору вимірювальних приладів для проведення досліджень;
- формулювання висновків.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання: основних принципів побудови вимірювальних приладів і систем; методів розрахунку їх основних параметрів та методів градування; умов експлуатації інтелектуальних приладів і систем, етапів проектування; технологічних процесів виготовлення окремих елементів.

уміння: здійснювати пошук необхідної науково-технічної інформації на етапі підготовки магістерської дисертації зі спеціальності; вивчати та критично осмислювати вже опубліковані джерела інформації; висувувати нові наукові ідеї; оформлювати їх у вигляді статей, доповідей,

звітів; знаходити власні розв'язання; обґрунтовувати вибір методу та принципової схеми вимірювання для конкретних умов експлуатації; використовувати прикладні пакети програм; узагальнювати, систематизувати та теоретично пояснювати наукові факти.

Предмет дисципліни – вимірювачі параметрів руху (переміщення, швидкості, прискорення, вібрації).

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.
- K5. Здатність до збереження навколишнього середовища.
- K6. Здатність використання математичних методів для аналізу елементів і систем автоматизованих приладів.
- K7. 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.
- K8. 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.
- K9. 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.
- K11. Здатність виконувати автоматизоване тривимірне проектування елементів, вузлів і в цілому автоматизованих приладів.
- K12. Здатність виконувати автоматизоване проектування якісно нових апаратів точної механіки.
- K11. Здатність розробляти, складати, моделювати, виробляти, досліджувати малогабаритні мобільні апарати.
- K13. 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, Конструювання елементів приладів автоматизованих систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Прилади та системи вимірювання параметрів руху прямого перетворення.

Тема 1.1. Прилади та системи вимірювання параметрів руху прямого перетворення. Схеми побудови, вибір ЧЕ. Прямі перетворюючі пристрої. Рівняння руху. Основні розрахункові співвідношення, джерела похибок.

Розділ 2. Прилади та системи вимірювання параметрів руху компенсаційного перетворення.

Тема 2.1. Типові структурні схеми. Вибір ЧЕ.

Тема 2.2. Зворотні перетворюючі пристрої. Рівняння руху, статичні і динамічні характеристики. Джерела похибок.

Розділ 3. Схеми побудови систем контролю параметрів вібрації.

Тема 3.1. Схеми побудови систем контролю параметрів вібрації.

Тема 3.2. Рівні вимірювальних систем віброметрів. Джерела похибок.

Розділ 4. Інтелектуальні мікроелектромеханічні комплекси й системи виміру параметрів руху.

Тема 4.1. MEMS-системи прямого та компенсаційного перетворення. Рівняння руху ЧЕ, статичні і динамічні характеристики. Джерела похибок.

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. Войтович І.Д., Корсунський В.М. Інтелектуальні сенсори. Наукове видання НАНУ Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова. –К., 2007.-514с.

Додаткова література:

3. Рябыкин С.Л., Загавура Ф.Я. Средства измерений параметров движения. -К.: Вища школа, 1987. - 135с.
4. Черниш О. М. Прикладна механіка. Навчальний посібник для практичних робіт – Центр учбової літератури, 2023. – 244 с.
5. Рудик, А. В. , Квасніков, В. П. Наукові основи та принципи побудови приладової системи вимірювання прискорення мобільного робота. UNSPECIFIED. Мачулін, Харків, 2018.
6. Дубинец В.И., Веселков Р.С. и др. Детали и механизмы роботов.- К.: Выща школа, 1990. - 342с.
7. Дубинец В.И. Контрольные расчетно-графические работы с применением ПЭВМ.-К.: КПИ, 2004..

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 вимірювачів параметрів руху технічних об'єктів.

Лекційні заняття

Розділ 1. Прилади та системи вимірювання параметрів руху прямого перетворення.

Тема 1.1. Прилади та системи вимірювання параметрів руху прямого перетворення. Схеми побудови, вибір ЧЕ. Прямі перетворюючі пристрої. Рівняння руху. Основні розрахункові співвідношення, джерела похибок.

Лекція 1-4. Прилади та системи вимірювання параметрів руху прямого перетворення. Схеми побудови, вибір ЧЕ.

Література: /1, 2/.

Лекція 5-6. Прямі перетворюючі пристрої. Рівняння руху. Основні розрахункові співвідношення, джерела похибок.

Література: /1, 2/.

Розділ 2. Прилади та системи вимірювання параметрів руху компенсаційного перетворення.

Тема 2.1. Типові компенсаційні структурні схеми. Вибір ЧЕ.

Лекція 7-10. Прилади та системи вимірювання параметрів руху компенсаційного перетворення. Типові компенсаційні структурні схеми. Вибір ЧЕ.

Література: /1, 2/.

Тема 2.2. Зворотні перетворюючі пристрої. Рівняння руху, статичні і динамічні характеристики. Джерела похибок.

Лекція 11-14. Зворотні перетворюючі пристрої. Рівняння руху, статичні і динамічні характеристики. Джерела похибок.

Література: /1, 2/.

Розділ 3. Схеми побудови систем контролю параметрів вібрації.

Тема 3.1. Схеми побудови систем контролю параметрів вібрації.

Лекція 15-16. Схеми побудови систем контролю параметрів вібрації.

Література: /1, 2/.

Розділ 4. Інтелектуальні мікроелектромеханічні комплекси й системи виміру параметрів руху.

Тема 4.1. MEMS-системи прямого та компенсаційного перетворення. Рівняння руху ЧЕ, статичні і динамічні характеристики. Джерела похибок.

Лекція 17-18. MEMS-системи прямого та компенсаційного перетворення. Рівняння руху ЧЕ, статичні і динамічні характеристики. Джерела похибок..

Література: /1, 2/.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять є засвоєння студентами знань і умінь відповідно темам, розробляти схеми приладів, з відомостями про які студентів було ознайомлено на лекційних заняттях. Ще студенти знайомляться зі зразками вимірювального обладнання, установками для досліджень.

Під час практичних занять студентам необхідно також розробляти математичні моделі приладів, проводити розрахунки, аналізувати результати.

№ з/п	Назва тем практичних занять
1	Розробка структурної схеми та математичної моделі магніто-індукційного тахометра (МІТ).
2	Вибір та розрахунок основних параметрів рухомої системи МІТ (статичний режим).
3	Вивчення конструкції датчиків кутових швидкостей, особливостей, умов експлуатації. Дослідження характеристик датчиків кутових швидкостей.
4	Розробка математичної моделі акселерометра прямого перетворення.
5	Дослідження якості перехідного процесу математичної моделі ЧЕ акселерометрів прямого перетворення.
6	Параметричний аналіз математичної моделі акселерометрів прямого перетворення.
7	Оптимізація параметрів акселерометра прямого перетворення по критерію мінімуму тривалості перехідного процесу.
8	Оптимізація параметрів акселерометра прямого перетворення по критерію максимуму ширини полоси пропускання частот.
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 Zoot 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 контроль 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 контроль результатів навчання в КПІ

ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП 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 КПП ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПП 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 тиждень) 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 тиждень) 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 можливості:

- 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:

Кількість балів	Оцінка
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.