



ВИПРОБУВАННЯ І КОНТРОЛЬ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування¹</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік /МКР</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Аврутов Вадим Вікторович, v.avrutov@kpi.ua Практичні : д.т.н., проф. Аврутов Вадим Вікторович, Лабораторні: к.т.н., доц. Заморський Олександр Володимирович</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3651</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Освітній компонент «Випробування і контроль приладів і систем» є вибірковою навчальною дисципліною, яка призначена для забезпечення підготовки фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій з питань випробувань і контролю систем орієнтації та навігації.

Метою освітнього компоненту є підсилення фахових (спеціальних) компетентностей:

- СК 10. Мати спеціальні знання зі створення та впровадження високонадійних систем автоматизації та їх прикладного програмного забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації на основі сучасних положень теорії надійності, функціональної безпеки програмних та технічних засобів, та зменшення ризиків в складних системах

та формування у студентів здатностей:

¹В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.

Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

- в проведенні випробувань функціональних елементів систем орієнтації, навігації та керування, зокрема, акселерометрів та гіроскопів;
- розробляти засоби автоматизованих систем випробувань і контролю для систем орієнтації, навігації, стабілізації та керування рухом.

Основні завдання освітнього компоненту.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

РН 14. Створювати та впроваджувати високонадійні систем автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення для реалізації функцій управління та опрацювання інформації на основі сучасних положень теорії надійності, функціональної безпеки програмних та технічних засобів, та зменшення ризиків в складних системах;

ЗНАННЯ:

- теоретичних основ випробувань і контролю;
- організації проведення випробувань приладів та систем;
- відповідного понятійного і термінологічного апарату.

УМІННЯ:

- складати програми та методики випробувань;
- проводити випробування гіроскопів та акселерометрів;
- проводити обробку результатів випробувань приладів і систем.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих на попередньому рівні вищої освіти.

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, наукових дослідженнях за темою магістерської дисертації та при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Поняття випробування, види випробувань, випробувальне обладнання.

Випробування як елемент життєвого циклу (ЖЦ) виробів. Елементи ЖЦ, місце і значення випробувань. Визначення поняття «випробування». Поняття впливів, середовищ та умов експлуатації приладів і систем. Класифікація випробувань. Теоретичні основи контролю. Контроль якості продукції. Базові поняття та визначення. Види контролю якості.

Тема 2. Випробування акселерометрів.

Цілі випробувань акселерометрів. Випробування акселерометрів методом тестових поворотів. Випробування акселерометрів методом послідовних поворотів (калібрування акселерометрів з урахуванням похибок виставки). Вплив нахилу випробувального обладнання на результати калібрування. Електромагнітні випробування акселерометрів. Кліматичні випробування акселерометрів. Випробування акселерометрів на центрифусі. Вібраційні випробування акселерометрів. Ударні випробування. Комплексні випробування акселерометрів.

Тема 3. Випробування гіроскопів.

Цілі та вартість випробувань. Автономна перевірка гіроскопа. Калібрувальні випробування гіроскопів. Визначення гістерезису калібрувальної характеристики та нелінійності масштабного коефіцієнту. Модель дрейфу гіроскопа. Випробування гіроскопа в режимі одновісного гіростабілізатора. Випробування гіроскопа в режимі зворотного зв'язку за моментом. Випробування гіроскопів на магнітну чутливість. Кліматичні випробування гіроскопів. Випробування гіроскопів на центрифусі. Вібраційні випробування. Випробування на горизонтальну вібрацію.

Тема 4. Калібрування інерціально-вимірвальних модулів.

Калібрування блоку осьових акселерометрів. Калібрування блоку маятникових акселерометрів. Калібрування блоку гіроскопів. Калібрування блоку гіроскопів з урахуванням g -дрейфів. Калібрування блоку гіроскопів з урахуванням g^2 -дрейфів. Скалярне калібрування блоку акселерометрів та гіроскопів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Дистанційний курс «Випробування і контроль приладів та систем» для магістрів 5-го курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», - Сертифікат Серія НМП № 6096, автор-розробник Аврутов В.В., - Електронні дані (15,3 Мбайт) – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022 р., - 17,06 ум. др. арк.
2. Аврутов В.В. Випробування і контроль приладів і систем: підручник. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 225 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48411>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття, лабораторні роботи і самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

- **Тема 1.** Поняття випробування, види випробувань, випробувальне обладнання.
 - Лекція 1. Вступ. Випробування як елемент життєвого циклу (ЖЦ) виробів. Елементи ЖЦ, місце і значення випробувань. Визначення поняття «випробування». Поняття впливів, середовищ та умов експлуатації приладів і систем.
 - Лекція 2. Класифікація випробувань.
 - Лекція 3. Види контролю.
- **Тема 2.** Випробування акселерометрів.
 - Лекція 4. Цілі випробувань акселерометрів. Випробування акселерометрів методом тестових поворотів.
 - Лекція 5. Випробування акселерометрів методом послідовних поворотів (калібрування акселерометрів з урахуванням похибок виставки). Вплив нахилу випробувального обладнання на результати калібрування.
 - Лекція 6. Електромагнітні випробування акселерометрів. Кліматичні випробування акселерометрів.
 - Лекція 7. Випробування акселерометрів на центрифугі.
 - Лекція 8. Вібраційні випробування акселерометрів. Ударні випробування. Комплексні випробування акселерометрів.
- **Тема 3.** Випробування гіроскопів.
 - Лекція 9. Цілі та вартість випробувань. Автономна перевірка гіроскопа. Калібрувальні випробування гіроскопів. Визначення гістерезису калібрувальної характеристики та не лінійності масштабного коефіцієнту.

- *Лекція 10. Модель дрейфу гіроскопа. Випробування гіроскопа в режимі одного гіростабілізатора.*
- *Лекція 11. Схема I – вхідна вісь гіроскопа паралельна земної осі та направлена на південь. Вхідна вісь гіроскопа паралельна земної осі та направлена на північ. Схема II – вхідна вісь гіроскопа вертикальна. Схема III – вхідна вісь гіроскопа горизонтальна.*
- *Лекція 12. Випробування гіроскопа в режимі «електричної пружини». Схема I – вихідна вісь гіроскопа паралельна земної осі та направлена на південь. Вихідна вісь гіроскопа паралельна земної осі та направлена на північ.*
- *Лекція 13. Випробування гіроскопів на магнітну чутливість. Кліматичні випробування гіроскопів.*
- *Лекція 14. Випробування гіроскопів на центрифугу.*
- *Лекція 15. Вібраційні випробування. Випробування на горизонтальну вібрацію.*
- *Лекція 16. Випробування ДНГ.*
- **Тема 4. Калібрування інерціально-вимірювальних модулів.**
- *Лекція 17. Калібрування блоку акселерометрів.*
- *Лекція 18. Калібрування блоку гіроскопів.*

Практичні заняття:

Основні завдання циклу практичних занять це поглиблення теоретичних знань та отримання навичок у вирішенні задач згідно тематиці практичного заняття.

- 1. Методи обробки результатів випробувань.*
- 2. Виявлення та виключення промахів (грубих похибок) з результатів випробувань.*
- 3. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл результатів спостережень.*
- 4. Метод найменших квадратів (МНК). Частина I. Лінійна залежність.*
- 5. МНК. Частина II. Нелінійна залежність.*
- 6. Частина III. МНК в матричній формі.*
- 7. Випробування мікроакселерометрів.*
- 8. Температурні випробування акселерометра.*
- 9. Проведення МКР.*

Лабораторні роботи:

На лабораторні роботи присвячено 18 годин (9 занять).

Основні цілі лабораторних робіт – отримати навички проводити випробування та контроль акселерометрів та гіроскопів.

- 1. Вхідний контроль інерціально вимірювального блоку.*
- 2. Контроль ДКШ.*

3. Калібрування блоку акселерометрів.
4. Калібрування блоку гіроскопів.
5. Температурні випробування мікроакселерометрів.
6. Температурні випробування гіроскопів.
7. Вібраційні випробування мікроакселерометрів.
8. Вібраційні випробування гіроскопів.
9. Проведення заліку.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 годин, з яких 42 - на опрацювання матеріалів лекцій, підготовки до практичних занять, МКР та 6 – на підготовку до заліку.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:** освітній процес планується проводити в ЗМІШАНОМУ режимі навчання, який передбачає поєднання очного та дистанційного режимів навчання з дотриманням рекомендацій Міністерства освіти і науки України.
Правила поведінки на заняттях:
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
 - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила захисту лабораторних робіт:**
 - захист проходить на лабораторному занятті, студент надсилає оформлений протокол лабораторної роботи на електронну адресу викладача;
 - у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - штрафні бали призначаються за несвоєчасний захист лабораторної роботи, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;
 - 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;
 - вчасним захист вважається в межах двох занять наступної теми (поточною вважається тема, завдання з якої хоче захистити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;

- невчасним вважається захист робіт з затримкою більше ніж на два практичні заняття наступної теми, порушення даного дедлайну призводить до зменшення кількості балів за роботи та оцінюється на 1 бал нижче, ніж вказано п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання» за кожні наступні три заняття наступних тем;
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
 - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
 - якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
 - якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.
- **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 контролі 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

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

Рейтинг студента складається з балів, що отримуються за модульну контрольну роботу (МКР), практичні заняття, залік та заохочувальних балів. Семестровим контролем є залік.

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Модульна контрольна робота (МКР)	1	20	20
2	Практичне заняття (ПЗ)	8	5	40
3	Лабораторні роботи (ЛР)	8	5	40
Усього:				100

1. Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий бал - 20. Критерії оцінювання:
 - робота виконана в повному обсязі (відмінно) - 20;
 - в роботі є несуттєві неточності (добре) - 16;
 - в роботі є суттєві неточності, але загальний хід розв'язання задачі вірний (задовільно) - 12;
 - помилкове або відсутнє розв'язання задачі, відсутність без поважних причин на контрольній роботі (незадовільно) - 0.
2. Практичні заняття (ПЗ)

Ваговий бал - 5. Критерії оцінювання:

- наявність домашнього завдання - 3;
- відповідь на запитання -1;
- самостійне розв'язання задач - 1.

3. Лабораторні роботи (ЛР)

Ваговий бал - 5. Критерії оцінювання:

- робота виконана в повному обсязі (відмінно) - 5;
- в роботі є несуттєві неточності (добре) - 4;
- робота виконана не в повному обсязі (задовільно - 3;
- робота не виконана - 0.

«Бліц-контроль» - самостійна робота на початку занять на 5-10 хвилин, призначена для перевірки поточних знань.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог Силабусу.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент матиме не менш ніж 24 бали (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 40 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент матиме не менш 42 бали (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 70 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: виконання усіх практичних занять; виконання та захист модульної контрольної роботи.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи

Залікова контрольна робота оцінюється із 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох теоретичних питань. Кожне питання оцінюється в 33 бали за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та висновки – 33-29 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 28...24 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 23...18 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, студент отримує оцінку відповідну до набраного рейтингу впродовж семестру.

До відомості семестрового контролю викладач заносить рейтингові бали, отримані здобувачем у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи, та оцінку відповідно до цих 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Під час дистанційного навчання останній термін відправлення виконаного завдання електронною поштою – 21:00 напередодні наступного заняття.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри КІОНС, д.т.н. Аврутовим Вадимом Вікторовичем

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 14 від 06.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року).