



РАДІОЛОКАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус RE-302)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	172Б РТКС+ - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 57920)
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестри
Обсяг дисципліни	4 кредита (28 годин – лекції, 16 годин – лабораторні зняття, 76 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота, розрахунково -графічна робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Чмельов Вячеслав Орійович, viacheslavchmelov@gmail.com , Лабораторні роботи: : к.т.н., доц. Чмельов Вячеслав Орійович, : к.т.н., доц. Катін Паво Юрійович.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6372

Програма навчальної дисципліни

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

Опис навчальної дисципліни. Опанування навчального матеріалу дисципліни дає студенту можливість вивчити теоретичні основи роботи радіолокаційних систем (РЛС), принципи їх побудови та особливості їх застосування, у відповідності до різноманітних задач, щодо моніторингу повітряного, космічного, надводного простору. Досліджуються підходи до виявлення та супроводження рухомих об'єктів з різними параметрами та динамікою їх руху в складних умовах, коли активно діють пасивні та активні завади для ефективної роботи РЛС. Вивчаються різні науково-технічні рішення щодо підвищення ефективності РЛС, проводиться її порівняльний аналіз, та визначається їх переваги і недоліки в залежності від вибраної конфігурації РЛС

Мета навчальної дисципліни. Навчити студентів, за заданими тактико-технічними характеристиками, розробляти сучасні та ефективні РЛС.

Предмет вивчення: основи теорії роботи РЛС, принципи побудови РЛС, її структуру: методи боротьби з активними та пасивними завадами, оцінка ефективності прийнятих технічних рішень.

Компетентності, які будуть набуті:

(ЗК 04). Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

(ФК 03). Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації

(ФК 15). Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування

(ФК 21). Здатність здійснювати розробку сучасних радіотехнічних комп'ютеризованих систем, визначати їх технічні характеристики і параметри та застосовувати сучасні технології добування, передачі, прийому та відображення інформації

Програмні результати навчання, що будуть отримані:

(ПРН 04). Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією.

(ПРН 17). Розуміння та дотримання вітчизняних і міжнародних нормативних документів з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації інформаційно телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем.

(ПРН 27). Будувати моделі функціонування радіонавігаційних і радіолокаційних систем в умовах завад, розробляти алгоритми оптимального виявлення, розрізнення, оцінки невідомих параметрів і фільтрації сигналів в радіотехнічних системах різного функціонального призначення в умовах завад. Досліджувати ефективність отриманих алгоритмів оптимального виявлення, розрізнення, оцінки невідомих параметрів і фільтрації сигналів шляхом статистичного моделювання

(ПРН 28). Визначати основні параметри, особливості та розробляти основні вузли і підсистеми трансиверів і антен для сучасних радіолокаційних і радіонавігаційних систем добування інформації

(ПРН 29). Розробляти сучасні радіолокаційні і радіонавігаційні системи та системи передачі даних і цифрових телевізійних сигналів.

Проводити обробку експериментальних даних, отриманих шляхом статистичного моделювання на ЕОМ, для оцінки ефективності функціонування радіотехнічних комп'ютеризованих систем.

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

Пререквізити: навчальна дисципліна базується на знаннях з таких дисциплін: “ Статистична теорія радіотехнічних систем. Частина 2. Оптимальне оброблення сигналів ”, «Трансивери сучасних радіотехнічних систем».

Постреквізити: Дисципліна є основою для освітніх компонент «Переддипломна практика», «Дипломне проектування», та атестації здобувача вищої освіти.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний модуль № 1. Основи теорії радіолокаційних систем.

Тема 1. . Загальна засади теорії побудови РЛС. Класифікація. Діапазони частот. Дальність дії РЛС. Аналіз факторів, що впливають на ефективність роботи РЛС

Тема 2. Основи теорії виявлення сигналів. Статистичні критерії виявлення сигналів.

Тема 3. Розділення сигналів. Складні сигнали. Принцип невизначеності в радіолокації. Сумісне розділення сигналів за часом запізнення та частотою.

Тема 4. ЛЧМ та складні сигнали з бінарною фазовою маніпуляцією з мінімальною потужністю випромінювання та частотним діапазоном, відповідно до нормативних документів.

Тема 5. Оптимальна фільтрація. Кореляційний прийом. Характеристики виявлення.

Навчальний модуль № 2. Радіолокаційні системи.

Тема 6. Методи огляду простору, мінімальний період огляду.

Тема 7. Методи вимірювання кутових координат. Фазовий, амплітудний, амплітудно-фазовий методи вимірювання кутових координат.

Тема 8. Методи вимірювання дальності. Вимірювання швидкості цілі

Тема 9. Автомобільний радар з ЛЧМНВ-сигналом

Тема 10. Пасивна радіолокація. Дальність дії радіометрів. Схеми радіометрів

Тема 11. Боротьба з активними завадами роботі РЛС.

Тема 12. Системи селекції рухомих цілей та боротьби з пасивними завадами

Тема 13. Мільтистатичні радіолокаційні системи.

Тема 14. Підходи та шляхи розвитку радіолокаційних систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Література базова:

а.1. Теорія радіолокаційних систем (видання друге): підручник / Б.Ф. Бондаренко, В.В. Вишнівський, В.П. Долгушин та іню; за заг.ред. С.В. Ленкова. – К. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011.- 383с.

а.2. Методи безпечної обробки інформації у багатопозиційних системах радіолокації монографія / Ігор Пархомей, Валерій Козловський, Сергій Гнатюк, Мирослав Рябий ; Національний авіаційний університет., Київ : Центр учбової літератури, 2018. - 230 с.

а.3. Теорія радіолокаційних та радіонавігаційних систем : навч. посіб. для студ. внз за напрямком "Радіотехніка" / Я. І. Лепіх ; Одеська нац. морська акад. Одеса : Екологія, 2008. -224 с.

а.4. Оптимізація проектування радіотехнічних систем [Текст]: метод. вказівки до лаборатор. робіт з дисципліни «Оптимізація проектування радіотехнічних систем» для студ. радіотехнічного ф-ту / Уклад.: С.Я. Жук, С.В. Вишневий - К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 62с.

а.5. Чмельов, В. О. Радіолокаційні системи. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальностей 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / В. О. Чмельов, П. Ю. Катін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5.89 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 213 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53171>

а.6. Чмельов, В. О. Радіолокаційні системи. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи», спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / В. О. Чмельов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,14 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 45 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57291>

Література додаткова:

а.1. Чмельов В.О., Тере-щенко О.В, Олійник М.В. СПОСІБ ДЕКОРЕЛЯЦІЇ СИГНАЛІВ ПАСИВНИХ ЗАВАД В СИСТЕМІ СЕ-ЛЕКЦІЇ РУХОМИХ ЦІ-ЛЕЙ МАЛОЇ ШВИДКОСТІ / Вісник Вінницького полі-технічного інституту. 2024. No 2 ст.109-115 ISSN 1997-9266. DOI:<https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-173-2-109-115>.

а.2. Serhii Zhuk, Viacheslav Chmelov, Oleksandr Tereshchenko Development of an adaptive multi-channel correlation sidelobe canceller for active noise interference based on the Gram-Schmidt orthogonalization procedure // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies" Vol. 6 No. 5

(132) (2024): Applied physics. 33-40 с. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.319253> (SCOUPUS)

- а.3. Чмельов В. О., Назаров І. С. ПІДХОДИ ДО УДО-СКОНАЛЕННЯ МЕ-ТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ ДРОНІВ НА ФОНІ АДИТИВ-НИХ ШУМІВ // XIII Міжнародній науково-технічній конференції «Радіотехнічні проблеми, сигнали, апарати та систе-ми» (РТПСАС) . Київ, 27 – 28 листопада 2024 р.: мате-ріали конференції — Київ, 2024. 72-75 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Навчальний модуль № 1. Основи теорії радіолокаційних систем.

Тема 1. . Предмет і зміст дисципліни. Загальна засади теорії побудови РЛС. Класифікація. Діапазони частот. Дальність дії РЛС. Аналіз факторів, що впливають на ефективність роботи РЛС. Втрати в енергії сигналу в середовищі. Вплив поверхні та кривизни Землі. Явище рифракції.

Література: [1,2,3]

Завдання для СРС. Загальна характеристика РЛС.. Стандарт діапазонів частот. Основні показники якості РЛС.

Тема 2. Основи теорії виявлення сигналів. Статистичні критерії виявлення сигналів. Статистичні характеристики сигналу. Формула Байеса. Багатовимірні випадкові величини.

Література: [1,3,4]

Завдання для СРС. Характеристики цілей. Ефективна площа розсіювання цілей. Дальність дії РЛС.

Тема 3. Розділення сигналів. Складні сигнали. Сумісне розділення сигналів за часом запізнення та частотою. Принцип невизначеності в радіолокації. Одночасне вимірювання відстані та швидкості. Функція невизначеності. Перетин функції невизначеності

Література: [1,2,5]

Завдання для СРС. Основи теорії виявлення сигналів. Статистичні критерії виявлення сигналів. Алгоритм виявлення. Функція невизначеності РЛС сигналу.

Тема 4. ЛЧМ та складні сигнали з бінарною фазовою маніпуляцією з мінімальною потужністю випромінювання та частотним діапазоном, відповідно до нормативних документів. Різновиди ЛЧМ сигналу. Принципи ФМ.

Література: [1,5,7]

Завдання для СРС. Моделі сигналів і завад. Розділення сигналів. Складні сигнали. Сумісне розділення сигналів за часом запізнення та частотою.

Тема 5. Оптимальна фільтрація. Кореляційний прийом. Характеристики виявлення. Типи оптимальних фільтрів. Переваги та недоліки кореляційного прийому.

Література: [2,4,7]

Завдання для СРС. Особливості автокореляційної функції складних сигналів.

Навчальний модуль № 2. Радіолокаційні системи.

Тема 6. Сучасні методи радіолокаційного огляду простору. Вплив атмосфери, поверхні землі, міської забудови на ефективність радіолокаційного огляду.

Література: [3,1,4]

Завдання для СРС. Основи теорії вимірювання параметрів сигналів РЛС.

Тема 7. Методи вимірювання кутових координат. Теоретичні підходи. Завдання і параметри вимірювання кутових координат. Фазовий, амплітудний, амплітудно-фазовий методи вимірювання кутових координат. Точності характеристики кожного методу.

Література: [1,5]

Завдання для СРС. Порівняльний аналіз методів. Потенційна точність вимірювання.

Тема 8.. Методи вимірювання дальності. Принцип вимірювання дальності. Різновиди методів. Вимірювання швидкості цілі. Ефект Доплера. Структура вимірювача швидкості.

Література: [1,4,]

Завдання для СРС. Фазовий метод вимірювання дальності.

Тема 9. Автомобільний радар з ЛЧМНВ-сигналом. Принцип побудови. Особливості роботи. Характеристики і параметри.

Література: [6,7,]

Завдання для СРС. Частотний метод вимірювання по дальності.

Тема 10. Пасивна радіолокація. Дальність дії радіометрів. Модуляційна, кореляційна та компенсаційна схеми радіометрів. Закони випромінювання нагрітого тіла. Призначення радіометрів.

Література: [1,4,6]

Завдання для СРС. Методи вимірювання кутових координат.

Тема 11. Боротьба з активними завадами роботі РЛС. Види завад. Методи боротьби. Принципи побудови систем боротьби з завадами.

Література: [1,2,]

Завдання для СРС. Фазовий, амплітудний, амплітудно-фазовий методи вимірювання кутових координат.

Тема 12. Системи селекції рухомих цілей та боротьби з пасивними перешкодами. Види пасивних завад. Фільтр відбілювання. Різновиди системи СРЦ

Література: [5,8,]

Завдання для СРС. Вимірювання швидкості цілі.

Тема 13. Мільтистатичні радіолокаційні системи. Бістатична (мультистатична) активна РЛС. Багатопозиційна пасивна радіолокаційна система пеленгації. Вторинна радіолокація

Література: [2,4,6]

Завдання для СРС. Методи огляду простору,

Тема 14. Підходи та шляхи розвитку радіолокаційних систем. РЛС виявлення БПЛА. Підходи до побудови РЛС надвисоких частот. Цифрові РЛС.

Література: [5,7,9]

Завдання для СРС. Використання ФАР. Антен МІМО.

Лабораторні заняття

№	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
1.	Лабораторна робота «Дослідження методів одержання радіолокаційної інформації.»	1
2.	Лабораторна робота «Дослідження характеристик ефективної поверхні розсіювання радіолокаційних цілей»	1
3.	Лабораторна робота «Дослідження способів оптимальної обробки радіолокаційних сигналів»	1
4.	Лабораторна робота «Дослідження амплітудного методу вимірювання кутових координат цілей»	1
5.	Лабораторна робота «Дослідження фазового методу вимірювання кутових координат цілей»	1
6.	Лабораторна робота «Дослідження залежності порогового сигналу від кількості імпульсів при лінійному та експоненціальному накопиченні сигналів»	1
7.	Лабораторна робота «Вивчення властивостей сигналу з лінійною частотною модуляцією на віртуальній моделі системи»	1
8.	Лабораторна робота «Дослідження на лабораторній установці властивостей сигналу з лінійною частотною модуляцією»	1
9.	Лабораторна робота «Фазоманіпульовані сигнали.	1

	Дослідження властивостей псевдовипадкових послідовностей. М – послідовності на віртуальній моделі системи»	
10.	Лабораторна робота «Фазоманіпульовані сигнали. Дослідження властивостей псевдовипадкових послідовностей. Коди Баркера на віртуальній моделі системи»	1
11.	Лабораторна робота «Дослідження на лабораторній установці властивостей фазоманіпульованого сигналу – код Баркера»	1
12.	Лабораторна робота « Дослідження радіопеленгатора. Амплітудні методи визначення напрямку на джерело електромагнітного випромінювання»	1
13.	Лабораторна робота « Дослідження Радіометра. Методи пасивної радіолокації виявлення джерела електромагнітного випромінювання нагрітого тіла»	1
14.	Лабораторна робота «Дослідження роботи радіолокаційної системи на основі ефекту Доплера. Дистанційний радіовимірювач радіальної швидкості рухомого об'єкту»	1
15.	Лабораторна робота «Дослідження радіолокаційної системи з частотно-модульованим сигналом неперервного випромінювання»	1
16	Лабораторна робота «Графічний інтерфейс оператора цифрової радіолокаційної системи на базі технологій бібліотек Qt»	1
	Всього	16

6. Самостійна робота студента

	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин
--	---	-----------------

		СРС
1	Загальна характеристика РЛС. Класифікація. Діапазони частот.	1
2	Основні показники якості РЛС.	1
3	Характеристики цілей. Ефективна площа розсіювання цілей. Дальність дії РЛС.	1
4	Основи теорії виявлення сигналів. Моделі сигналів і завад.	1
5	Статистичні критерії виявлення сигналів. Алгоритм виявлення.	1
6	Оптимальна фільтрація. Кореляційний прийом. Характеристики виявлення.	1
7	Розділення сигналів. Складні сигнали. Сумісне розділення сигналів за часом запізнення та частотою.	1
8	Принцип невизначеності в радіолокації. ЛЧМ та фазоманіпульовані сигнали.	1
9	Основи теорії вимірювання параметрів сигналів РЛС.	1
10	Потенційна точність вимірювання.	1
11	Імпульсний метод вимірювання дальності	1
12	Фазовий метод вимірювання дальності.	1
13	Частотний метод вимірювання по дальності.	1
14	Методи огляду простору, мінімальний та відносний період огляду.	1
15	Методи вимірювання кутових координат.	1
16	Фазовий, амплітудний, амплітудно-фазовий методи вимірювання кутових координат.	1
17	Вимірювання швидкості цілі.	1
18	Пасивна радіолокація. Дальність дії радіометрів. Модуляційна, кореляційна та компенсаційна схеми радіометрів.	1
19	Підготовка звіту з лабораторної роботи	10
20	Виконання Розрахунково-графічної роботи	12
21	Підготовка до модульної контрольної роботи	6
22	Підготовка до Екзамену	30
	Всього	76

Індивідуальне завдання

В дисципліні передбачено виконання **розрахунково-графічної роботи** «Розрахунок характеристик радіолокаційної системи».

Метою РГР є набуття практичних навичок розробляти сучасні радіолокаційні системи на основі набутих знань студента.

Завданням РГР є розробка основних параметрів РЛС на основі тактико-технічного завдання.

Розрахункова робота складається з пунктів:

Обґрунтування тактико-технічних вимог до проектуємо РЛС

Основні технічні вимоги, які пред'являються до РЛС

Розробка узагальненої структурної схеми РЛС

Вибір і розрахунок основних технічних параметрів РЛС

Вибір довжини хвилі для радіолокаційних сигналів
Вибір виду зонduючого сигналу РЛС.
Методи огляду простору, який контролює РЛС
Методи підвищення завадозахищеності РЛС
Вибір частоти повторення, і тривалості зонduючих імпульсів
Вибір ширини діаграми спрямованості антени РЛС
Розрахунок спектральної щільності шумів, та відношення сигнал/ шум
Розрахунок максимальної дальності виявлення РЛС

Варіанти завдання РГР та конкретне значення складових задається викладачем.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, виконання лабораторних робіт. Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, контрольних заходів, заліку та іспиту. Метою лабораторних робіт є: поглиблення і закріплення теоретичних знань, набуття навиків моделювання з використанням обчислювальної техніки, набуття навиків оцінки достовірності отриманих результатів та оформлення документів. Програмне забезпечення реалізоване в обчислювальному середовищі для наукових і інженерних розрахунків Matlab, Mathcad.

Правила відвідування занять. Відвідування лекцій, лабораторних занять оцінюється. Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрових контрольних заходів. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентами лабораторних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

На лекції заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу, усі питання, уточнення та ін. задають в кінці лекції у відведений для цього час.

Призначення заохочувальних та штрафних балів. Заохочувальні бали виставляються за: активну участь у конкурсах робіт, підготовку та публікацію наукових статей і тезисів доповідей на наукових конференціях, участь в науково-дослідній роботі на тему, що відповідає темам дисципліни. **Кількість заохочуваних балів не більше 10;**

Штрафні бали можуть виставлятися за несвоечасний захист лабораторних робіт, та несвоечасне виконання індивідуального семестрового завдання. **Кількість штрафних балів не більше 10.**

Академічна доброчесність Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Навчання іноземною мовою Навчальна дисципліна передбачає її вивчення на українській мові..

Студенти мають можливість отримати знання з окремих тем та розділів навчальної дисципліни на навчальних курсах платформи Coursera (<https://www.coursera.org>), Prometheus (<https://prometheus.org.ua>) та ін., у якості змішаного чи додаткового навчання згідно Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).

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

8.1. Види контролю

Поточний контроль: здійснюється шляхом опитування на практичних заняттях та під час виконання контрольних робіт.

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

Семестровий контроль: в 6 семестрі – екзамен.

8.2. Рейтингова система оцінювання результатів навчання.

1. Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою з подальшим переведенням до оцінок за університетською шкалою.

2. Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю та заохочувальних/штрафних балів.

3. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі.

4. Положення про рейтингову систему оцінки успішності доводиться на першому занятті з дисципліни.

5. PCO з дисципліни, семестровий контроль з якої передбачений у вигляді екзамену, складається з двох складових: стартової – призначена для оцінювання заходів поточного контролю впродовж семестру; екзаменаційної – призначена для оцінювання окремих запитань (завдань) на екзамені (п. 3.17 ПОЛОЖЕННЯ про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського).

8.3. Критерії нарахування балів.

1. Виконання РГР – 15 балів

2. В семестрі виконуються $16/2=8$ лабораторних робіт. Сума балів за виконання та захист звіту з лабораторної роботи – 5 балів.

Виконання та захист лабораторних робіт – $8 \times 5 = 40$ балів.

3. Модульний контроль МКР – 5 балів.

3. Сума максимально можливих балів контрольних заходів (пункти 1-3) протягом семестру (RC) складає:

$$RC = 15 + 40 + 5 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є рейтингова оцінка не менша 40 балів.

Модульний контроль (МКР) має 2 питання.

За кожне питання окремо вираховуються бали.

В результаті оцінка за МКР:

- повна відповідь - 5 балів
- повна відповідь з неістотними помилками - 4 бали
- повна відповідь з істотними помилками - 3 бали
- неповна відповідь - 2 бали,
- зміст відповідь не відноситься до суті питання, або відсутня відповідь на питання МКР
- 0 балів,

Звіт з виконання лабораторної роботи.

Студент не допускається до захисту, якщо звіт не оформлений відповідно до вимог.

В результаті захисту звіту:

- повна відповідь - 5 балів
- повна відповідь з неістотними помилками - 4 бали
- повна відповідь з істотними помилками - 3 бали
- неповна відповідь - 2 бали,
- зміст відповідь не відноситься до суті лабораторної роботи, або результати дослідження, під час виконання лабораторної роботи, не отримані - 0 балів.

Звіт з виконання Розрахунково-графічної роботи.

Студент не допускається до захисту, якщо звіт не оформлений відповідно до вимог.

В результаті захисту звіту:

- повністю виконана робота - 15 балів
- повністю виконана робота з неістотними помилками - 12 балів
- повністю виконана робота з істотними помилками - 9 балів

- неповністю виконана робота - 6 балів,
- зміст роботи не відноситься до поставленого завдання, або результати розрахунків не відповідають теорії - 0 балів.

4. Складання екзамену оцінюється (RE) в 40 балів. На екзамені студенти відповідають на питання білету. Відповіді на запитання (завдання) оцінюються за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації) – 39 - 40 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 85 % потрібної інформації, або незначні неточності) – 35 - 38 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації, або незначні неточності) – 30 - 34 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 65 % потрібної інформації та деякі помилки – 26 - 29 балів;
- «достатньо» (не менше 60 % потрібної інформації, помилки – 24 - 25 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 - 23 балів, залік вважається не зданий.

5. Після оцінювання відповідей студента на екзамені (виконання екзаменаційної контрольної роботи) викладач підсумовує стартові бали та бали за екзамен, зводить до рейтингової оцінки RD та переводить до оцінок за університетською шкалою (п.3.20 ПОЛОЖЕННЯ про систему оцінювання результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського).

Рейтингова оцінка з дисципліни RD формується як сума балів поточної успішності навчання (оцінка за семестр) та екзаменаційних балів. RD розраховується за 100 бальною шкалою, як

$$RD = RC + RE.$$

Сума балів (RD) переводиться до оцінки за освітній компонент згідно з таблицею

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)

- положення про рейтингову систему оцінки успішності доводиться на першому занятті з дисципліни;
- попередня рейтингова оцінка з дисципліни доводиться до студентів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі;
- календарна атестація студентів з дисципліни проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу студента на час атестації t . Якщо значення цього рейтингу не менше

50% від максимально можливого (R_t) на час атестації $RD_t \geq 0,5R$, студент вважається задовільно атестованим. В іншому випадку – в атестаційній відомості виставляється «не атестований».

- Дистанційний курс за адресом: <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6372>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри РТС к.т.н., доцентом Чмельовим Вячеславом Орійовичем

Ухвалено кафедрою РТС (протокол № 06/25 від 26.06. 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 06/2025 від 26.06.2025 р.)