



# [RE-75] СУЧАСНІ РАДІОНАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ



## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Мп РТС - Радіотехнічні інформаційні технології (ЄДЕБО id: 8562)172Б РКС - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 49227)172Мп РКС - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 49258)172Мн РКС - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 49259)172Мп РКС+ - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 57922)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практ. год, Лаб. 18 год, СРС. 66 год )
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="#">Васильєв В. М.</a> , Лаб.: <a href="#">Васильєв В. М.</a> , СРС.: <a href="#">Васильєв В. М.</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=6425">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=6425</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

**Опис навчальної дисципліни.** Для сучасних радіонавігаційних систем характерним є високій рівень цифрової оптимальної обробки сигналів і навігаційної інформації, що дає змогу

підвищити показники систем і розширити їх функціональні можливості. Створення систем з комплексною обробкою інформації від різного виду навігаційного обладнання з використанням інформації супутникових радіонавігаційних систем дозволяє досягти ще більшої ефективності при вирішенні задач навігації, контролю та управління рухомими об'єктами.

**Мета навчальної дисципліни.** Метою викладання дисципліни є розкриття принципів і методів створення сучасних радіонавігаційних систем та комплексів в умовах інтеграції національних і міжнародних транспортних систем для забезпечення необхідного рівня безпеки руху та економічної ефективності.

**Предмет вивчення:** методи навігації, сучасні радіонавігаційні системи та комплекси.

**Компетентності:**

- здатність до системного мислення, вирішення задач розробки, оптимізації та удосконалення структурних елементів радіотехнічних систем (ФК 3);
- здатність демонструвати і використовувати фундаментальні знання принципів побудови сучасних радіотехнічних систем, перспективні напрямки їх розвитку (ФК 6);
- здатність демонструвати та застосовувати на практиці знання методів моделювання динамічних систем, оцінки ефективності радіотехнічних систем (ФК 7);
- здатність застосовувати знання методів обробки та відображення інформації в сучасних системах електронних комунікацій та радіотехніки, і демонструвати уміння проектування, розрахунку та програмування комп'ютеризовані системи (ФК 10);
- здатність застосовувати сучасні радіонавігаційні системи та засоби для вирішування навігаційних задач; виконувати обробку результатів вимірювань радіонавігаційних пристроїв і систем для визначення заданих навігаційних параметрів; аналізувати та давати рекомендації щодо використання радіонавігаційних систем в заданих навігаційних умовах (ФК 19);
- здатність застосовувати супутникові методи радіонавігації; виконувати обробку інформації супутникових систем радіонавігації GPS, ГЛОНАС; аналізувати та визначати необхідність застосування наземних та бортових функціональних доповнень з метою покращення характеристик (ФК 20).

Програмні результати навчання:

- виконувати обрахунки параметрів сигналів та процесів радіотехнічних комп'ютеризованих систем, аналізувати втрати при поширенні сигналу у навколишньому просторі на основі спеціального програмного забезпечення (ПРН 17);
- здійснювати радіовимірювання місцеположення рухомого об'єкту та ґрунтовно обирати засоби для його проведення; виконувати обробку результатів однократних та багатократних вимірювань, аналізувати їх достовірність (ПРН 20);
- виконувати математичне та комп'ютерне моделювання сигналів і процесів в радіонавігаційних системах; досліджувати точність визначення навігаційних параметрів (ПРН 21).

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- традиційних радіотехнічних засобів та системи, що застосовуються для вирішення навігаційних задач;
- сучасних радіонавігаційних систем, що застосовуються для навігації рухомих об'єктів;
- методів та способів удосконалення радіонавігаційних систем та комплексів;
- методів оброблення навігаційної інформації;
- супутникових методів радіонавігації, методів оброблення супутникової інформації;
- глобальних супутникових системи радіонавігації;
- принципів побудови комплексних навігаційних систем;
- застосування радіонавігаційних систем при виконанні польотів, а також в морському та річковому судноплавстві.

уміння:

- досліджувати властивості сигналів в радіонавігаційних пристроях та системах;

- застосовувати інформацію радіотехнічних системи для вирішування навігаційних задач з використанням відповідних цифрових методів обробки;
- аналізувати та давати рекомендації щодо можливості використання радіонавігаційних систем і комплексів у відповідності до RNP (потрібні навігаційні характеристики);
- застосовувати математичні методи оптимального оброблення навігаційної інформації з комп'ютерною реалізацією.

досвід:

- застосування методів аналізу і розробки як радіонавігаційних пристроїв та систем, так і їх складових;
- математичного та комп'ютерного моделювання сигналів та процесів в радіонавігаційних системах;
- застосування цифрового оброблення сигналів радіонавігаційних систем;
- застосування оптимальних методів оброблення радіонавігаційної інформації з комп'ютерним моделюванням;
- оцінки відповідності радіонавігаційних систем до заданих вимог.

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

**Пререквізити:** навчальна дисципліна «Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси» базується на знаннях з технічних дисциплін, що вивчаються за освітніми програмами бакалавра зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

**Постреквізити:** дисципліна «Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси» забезпечує вивчення всіх подальших технічних дисциплін спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» та є вихідною для продовження освіти в аспірантурі.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### ***Розділ 1. Сучасні методи навігації та вимоги до точності***

*Тема 1.* Зональна навігація (RNAV).

*Тема 2.* Навігація, заснована на навігаційних та експлуатаційних характеристиках (RNP, PBN).

### ***Розділ 2. Застосування радіотехнічних систем для вирішення задач навігації***

*Тема 3.* Задачі навігації та методи їх рішення.

*Тема 4.* Точність позиціонування об'єктів.

### ***Розділ 3. Елементи теорії статистичної радіонавігації***

*Тема 5.* Статистичні методи синтезу пристроїв та систем радіонавігації.

*Тема 6.* Статистичне оптимальне лінійне оцінювання.

### ***Розділ 4. Радіонавігаційні системи та комплекси***

*Тема 7.* Радіотехнічні системи ближньої навігації.

*Тема 8.* Аеродромні радіонавігаційні системи.

*Тема 9.* Радіовисотомірні системи.

*Тема 10.* Радіосистеми вимірювання шляхової швидкості та кута зносу.

### ***Розділ 5. Багатопозиційні радіонавігаційні системи***

Тема 11. Далекомірні багатопозиційні радіонавігаційні системи.

Тема 12. Різницево-daleкомірні та кутомірні багатопозиційні радіонавігаційні системи.

### **Розділ 6. Системи супутникової радіонавігації**

Тема 13. Загальні принципи супутникової радіонавігації.

Тема 14. Позиціонування об'єктів в супутникових радіонавігаційних системах.

Тема 15. Система автоматичного залежного спостереження в режимі радіомовлення (ADS-B).

### **Розділ 7. Комплексна обробка інформації навігаційних систем**

Тема 16. Методи комплексної обробки інформації навігаційних систем.

Тема 17. Приклади інтегрування навігаційних систем.

Тема 18. Інтегрування радіонавігаційних систем VOR/DME та інерційної навігаційної системи.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Література базова:**

1. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер ; пер. з англ. за ред. : Я. С. Яцківа ; літ. ред. : О. Є. Смолінська. – Л.: ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – 449 с.
2. Васильєв В.М. Радіонавігаційні системи: підручник / В.М. Васильєв. – К.: НТУУ «КПІ», 2023. – 338 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/56820>
3. Doc. 4444. Procedures For Air Navigation Services. Air Traffic Management. – Montreal: ICAO, 2016. – Sixteenth Edition. – pp 464. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sar.mot.go.th/document/ICAO/ICAO%20Doc%204444-Pans-Air%20Traffic%20Managemen%2016th%20edition%202016.pdf>
4. Doc. 9613. Performance-based Navigation (PBN) Manual: ICAO, 2023. – Fifth Edition. – pp. 396. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://pbnportal.eu/dam/jcr:ca055ef7-5fa7-45e1-b4ee-7319dbc486b6/9613\\_unedited\\_en\\_V5.pdf](https://pbnportal.eu/dam/jcr:ca055ef7-5fa7-45e1-b4ee-7319dbc486b6/9613_unedited_en_V5.pdf)
5. Doc. 9613-AN/937. Manual on Required Navigation Performance (RNP), Montreal: ICAO, 1999. – Second Edition. – pp. 44. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wing.com.ua/images/stories/library/ovd/9613.pdf>
6. Конін В.В. Системи супутникової радіонавігації / В.В. Конін, В.П. Харченко. – К.: Холтех, 2010. – 520 с.
7. Сумик М.М. Основи теорії радіотехнічних систем: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Радіотехніка». – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2005. – 240 с.
8. Захарін Ф.М. Алгоритмічне забезпечення інерціально-супутникових систем навігації: монографія / Ф.М. Захарін, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін – К.: Вид-во Нац. Авіа. Ун-ту «НАУ-друк», 2011. – 320 с.
9. ICAO Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation. Aeronautical Telecommunications. Vol. I. Radio Navigational Aids, July 2018. – 7th Edition. – 658 pp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ffac.ch/wp-content/uploads/2020/09/ICAO-Annex-10-Aeronautical-Telecommunications-Vol-I-Radio-Navigation-Aids.pdf>

### **Література додаткова:**

1. Впровадження навігації, заснованої на характеристиках (PBN). Дорожня карта та стратегія України на 2013-2025 р. Державна авіаційна служба України. [Електронний

- ресурс]. – Режим доступу:  
<https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/Strategiya-ta-plan-vprovadzhennya-PBN.pdf>
2. Васильев В.М. Радіонавігаційні системи. Лабораторний практикум /В.М.Васильев.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.–78 с. [Електронний ресурс].– Режим доступу:  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/56821>
  3. Cir. 256-AN/152. Automatic Dependent Surveillance (ADS) and Air Traffic Services (ATS) Data Link Applications. – Montreal: ICAO, 1995. – pp. 342. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://news.mcaa.gov.mn/uploads/bookSubject/2022-08/6306e9b0ba580.pdf>
  4. Vasyliiev V.M.. Integration of Inertial and Satellite Navigation Systems with using Corrective Circuits and Filtering // V.M. Vasyliiev, B.I. Dolintse IEEE 4rd International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC 2016), October 18-20, 2016, Proceedings, pp. 275-278.
  5. Васильев В.М. Підвищення точності траєкторної оцінки в багатопозиційних далекомірних системах спостереження /В. М. Васильев, К. В. Науменко //Збірник наукових праць Військового інституту телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України.– К: ВІТІ НТУУ „КПІ”, 2011. – Вип. 2.– С. 6-11.
  6. Instrument Flying Handbook // U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2012. – 371 pp. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/FAA-H-8083-15B.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/FAA-H-8083-15B.pdf)

### **Інформаційні ресурси**

1. Науково-технічна бібліотека НТУУ «КПІ» ім. Г.І.Денисенка. Доступ з мережі університету:  
<http://servict.library.ntu-kpi.ua/documents/E041/doc>
2. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Каталог інформаційних ресурсів НТУУ «КПІ». Доступ з мережі університету:  
<http://direktori.kpi.ua/author/3398>

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

#### **Лекційні заняття**

#### **Розділ 1. Сучасні методи навігації та вимоги до точності**

##### **Тема 1. Зональна навігація (RNAV).**

Концепція зональної навігації (Region Navigation - RNAV), типи RNAV. Застосування зональної навігації, основні задачі, переваги. Навігаційні точки в системі RNAV, способи їх проходження. Умови використання RNAV, організація повітряного руху, обладнання RNAV. Проблеми застосування RNAV.

##### **Тема 2. Навігація, заснована на навігаційних та експлуатаційних характеристиках (RNP, PBN).**

Концепція потрібних навігаційних характеристик (Required Navigation Performance - RNP). Точність навігації, загальна похибка системи та її складові. Типи RNP, процедура виконання RNAV, вимоги до бортового обладнання літаків, функціональні вимоги до обладнання RNAV. Концепція навігації, заснованої на характеристиках (Performance Based Navigation - PBN). Основні засади навігації, заснованій на характеристиках. Головні компоненти в системі PBN. Переваги навігації, заснованої на характеристиках. Технічні вимоги. Навігаційне використання.

#### **Розділ 2. Застосування радіотехнічних систем для вирішення задач навігації**

##### **Тема.3. Задачі навігації та методи їх рішення.**

Основні завдання навігації. Методи визначення місцеположення об'єктів. Способи виведення об'єкта в задану точку. Поверхні і лінії положення. Позичіонування об'єктів за лініями положення. Метод числення шляху. Засоби радіотехнічного забезпечення польотів. Радіонавігаційних систем та їх класифікація

#### **Тема 4. Точність позиціонування об'єктів.**

Точність визначення поверхонь і ліній положення. Точність визначення місцеположення об'єкта позиційним методом. Робочі зони радіонавігаційних систем. Точність визначення місцеположення методом числення шляху.

### **Розділ 3. Елементи теорії статистичної радіонавігації**

#### **Тема 5. Статистичні методи синтезу пристроїв та систем радіонавігації.**

Задачі статистичного аналізу та синтезу пристроїв та систем радіонавігації. Методи статистичного синтезу. Задача оптимального нелінійного оцінювання безперервних процесів при забарвлених шумах спостереження. Задача оцінки стану по критерію мінімуму дисперсій помилок. Оптимальна оцінка гауссівського випадкового вектора. Задача однокрокового оцінювання при лінійній залежності векторів.

#### **Тема 6. Статистичне оптимальне лінійне оцінювання.**

Задача оптимального лінійного оцінювання. Рівняння оптимального лінійного фільтра. Алгоритм рекурентного статистичного оптимального лінійного оцінювання, дискретний фільтр Калмана. Особливості фільтра Калмана, умови застосування, переваги та недоліки.

### **Розділ 4. Радіонавігаційні системи та комплекси**

#### **Тема 7. Радіотехнічні системи ближньої навігації.**

Всенаправлені азимутальні радіомаяки ДВЧ-діапазону CVOR і DVOR та їх призначення. Основи функціонування кутомірного каналу CVOR і DVOR, відмінності у принципах роботи систем. Генерування навігаційних сигналів, їх характеристики. Імітація кругового руху антени електронним способом. Структурні схеми, функціональний опис CVOR/DVOR. Антенні системи CVOR і DVOR. Бортове обладнання, принцип обробки сигналів. Підсистема моніторингу і контролю. Далекомірний радіомаяк DME та його призначення. Основи функціонування далекомірного каналу. Параметри сигналів. Наземний приємо-відповідач. Структурна схема маяка DME, функціональний опис. Обробка сигналів, процесор обробки. Антенна система DME.

#### **Тема 8. Аеродромні радіонавігаційні системи.**

Радіомаячні системи (приводні радіостанції ПРС), види ПРС, зони дії. Структура ПРС, обладнання, принцип роботи. Передавач і режими роботи. Технічні характеристики. Приймальне обладнання, автоматичний радіокомпас. Визначення напрямку на ПРС, рамкова антена, гоніометр, індикатори. Радіопеленгатори, задачі, що вирішуються. Основні тактико-технічні данні. Структурна схема автоматичного радіопеленгатора (АРП). Принцип визначення пеленга в доплерівському пеленгаторі.

#### **Тема 9. Радіовисотомірні системи.**

Методи визначення висоти радіотехнічними пристроями та системами. Імпульсні радіовисотоміри. Принцип роботи. Структурна та функціональна схеми. Режими роботи. Розрахунок висоти та виведення даних. Особливості роботи імпульсних висотомірів на малих висотах польоту. Радіовисотоміри з частотною модуляцією. Принцип роботи, часова діаграма. Структурна схема радіовисотоміра з частотною модуляцією. Особливості роботи.

#### **Тема 10. Радіосистеми вимірювання шляхової швидкості та кута зносу.**

Допплерівські вимірювачі шляхової швидкості і кута зносу (ДВШЗ). Фізична основа доплерівського методу вимірювання швидкості. Багатопроменеві ДВШЗ, порівняння їх характеристик. Вплив кута крену і кута тангажу на точність визначення швидкості і кута зносу. Кореляційний метод вимірювання шляховий швидкості і кута зносу. Фізична основа кореляційного методу. Схема пристрою, що реалізує кореляційний метод вимірювання швидкості.

## **Розділ 5. Багатопозиційні радіонавігаційні системи**

### **Тема 11. Далекомірні багатопозиційні радіонавігаційні системи.**

Далекомірні багатопозиційні РНС місцевизначення об'єктів на площині, рівняння зв'язку параметрів, точність місце визначення, робоча зона. Далекомірні багатопозиційні РНС місцевизначення об'єктів у поверхні землі. Далекомірні багатопозиційні РНС місцевизначення об'єктів у просторі. Синтез алгоритму оптимальної оцінки місцеположення об'єкта в багатопозиційній далекомірній РНС.

### **Тема 12. Різницево-daleкомірні та кутомірні багатопозиційні радіонавігаційні системи.**

Різницево-daleкомірний метод визначення положення об'єктів. Різницево-daleкомірні радіонавігаційні системи (РДС). Алгоритми обробки даних РДС. Кутомірні багатопозиційні РНС. Точність визначення положення в кутомірних багатопозиційних РНС. Кутомірні багатопозиційні РНС місце визначення об'єктів у просторі. Синтез алгоритму оптимальної оцінки місцеположення об'єкта в багатопозиційній кутомірній РНС.

## **Розділ 6. Системи супутникової радіонавігації**

### **Тема 13. Загальні принципи супутникової радіонавігації.**

Роль супутникових систем в сучасній навігації, їх переваги. Спостереження на основі глобальної системи позиціонування. Системи координат, що використовуються для вирішення навігаційних задач. Опис руху навігаційних супутників. Загальні принципи функціонування СРНС. Формування супутникової інформації та її отримання. Кодування навігаційних повідомлень, протокол NMEA.

### **Тема 14. Позиціонування об'єктів в супутникових радіонавігаційних системах.**

Псевдоdaleкомірний метод визначення координат користувача. Визначення координат навігаційним приймачем. Рівняння перерахунку в різні системи координат. Фактори, що впливають на точність супутникової навігації

### **Тема 15. Система автоматичного залежного спостереження в режимі радіомовлення (ADS-B).**

Концепція автоматичне залежного спостереження (Automatic Dependent Surveillance - ADS). Автоматичне залежне спостереження в режимі радіомовлення (Automatic Dependent Surveillance - broadcast (ADS-B)). Задачі, що можуть бути вирішені з ADS-B, нові функції та переваги. Повідомлення ADS-B. Необхідний діапазон і роздільна здатність для змінних повідомлень ADS. Застосування даних ADS-B в системах керування повітряним рухом.

## **Розділ 7. Комплексна обробка інформації навігаційних систем**

### **Тема 16. Методи комплексної обробки інформації навігаційних систем.**

Принцип комплексної обробки навігаційної інформації. Метод комплексування на основі взаємної компенсації і фільтрації похибок. Способи комплексування: компенсація, фільтрація, введення додаткової інформації в кільце стеження. Способи включення фільтра в схему

комплексування.

### **Тема 17. Приклади інтегрування навігаційних систем.**

Застосування оптимального фільтра Калмана в схемі комплексування навігаційних систем. Синтез оптимальної комплексної системи визначення курсу за даними радіокомпаса і гіроскопічного датчика. Синтез оптимальної інтегрованої системи визначення місцеположення об'єкта за даними кутомірно-далекомірної системи, датчика швидкості руху і курсового кута.

### **Тема 18. Інтегрування радіонавігаційних систем VOR/DME та інерційної навігаційної системи.**

Обґрунтування необхідності інтегрування систем VOR/DME і ІНС. Постановка задачі. Похибки вимірів систем VOR/DME і ІНС. Формування математичних моделей похибок вимірів систем VOR/DME і ІНС в формі, щодо умов використання фільтра Калмана. Лінеаризація та дискретизація системи оптимальної оцінки, завдання початкових значень.

### **Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)**

1. Визначення робочих зон радіонавігаційних систем (4 години).
2. Оцінка відповідності радіонавігаційних систем вимогам RNP (4 години).
3. Статистичні методи оцінки в багатопозиційних радіонавігаційних системах (4 години).
4. Позичування об'єктів за даними супутникової РС (2 години).
5. Комплексування радіотехнічних і не радіотехнічних навігаційних систем (4 години).

### **6. Самостійна робота студента**

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Типи RNP	2
2.	Системи координат, що використовуються для вирішення навігаційних задач.	2
3.	Тактико-технічні характеристики систем навігації.	2
4.	Взаємодія наземного і бортового обладнання радіомаячної системи посадки.	2
5.	Наземні та бортові антенні системи РС.	2
6.	Інтерферометричний метод пеленгування.	2
7.	Схожості та розбіжності систем CVOR і DVOR.	2
8.	Ідентифікація радіомаяка системи DME.	2
9.	Розрахунок значення висоти за даними вимірювань.	2
10.	Кореляційний метод вимірювання шляховий швидкості і кута зносу.	2
11.	Статистичні методи аналізу радіонавігаційних систем.	2
12.	Статистичні методи синтезу радіонавігаційних систем.	2
13.	Дискретний фільтр Калмана.	2
14.	Порівняльний аналіз характеристик GNSS.	2
15.	Перетворення координат в супутникових навігаційних системах.	2
16.	Кодування інформаційних сигналів в РС.	2
17.	Функціональні доповнення супутникової навігації.	2
18.	Методи комплексування навігаційних систем.	2
19.	Підготовка до лабораторних занять.	12
20.	Підготовка до МКР.	4
21.	Виконання ДКР.	10
22.	Підготовка до заліку.	4
	Всього:	66



## **Індивідуальні завдання**

За дисципліною «Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси» навчальним робочим планом передбачено виконання домашньої контрольної роботи (ДКР).

Метою ДКР є більш глибоке засвоєння матеріалів теоретичного та практичного курсів, закріплення навиків самостійного використання набутих знань.

Конкретна мета ДКР полягає, в залежності від варіанту завдання, в поглибленому вивченні та аналізі принципів і методів створення сучасних радіонавігаційних систем та комплексів, їх функціонування та застосування, схемних і програмних методів оброблення сигналів та інформаційних процесів, шляхів удосконалення систем, в тому числі з використанням оптимізаційних методів.

Результати виконання ДКР і пояснювальна записка оформлюються відповідно до існуючих вимог.

Виконання та захист ДКР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання ДКР, – до 10 годин самостійної роботи.

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**Рекомендовані методи навчання:** вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на лабораторних заняттях та при виконанні завдань. 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 та заліку.

**Правила відвідування занять.** Студентам рекомендується відвідувати лекційні заняття і особливо лабораторні, оскільки на них в умовах колективного обговорення та вирішення завдань розвиваються необхідні уміння, досвід та навички. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання практичних 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. студенти задають в кінці лекції у відведений для цього час.

**Призначення заохочувальних та штрафних балів.** Заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях та лабораторних заняттях, 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: невиконання або невчасне виконання завдань. 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 «Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси» передбачає її вивчення на українській мові. У процесі викладання навчальної дисципліни використовуються матеріали та джерела англійською мовою.

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 лабораторних заняттях, при виконанні МКР та ДКР.

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

Календарна контроль студентів проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю, студент вважається атестованим.

**Семестровий контроль:** в першому семестрі – залік.

### **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, заохочувальних та штрафних балів.
3. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі.
4. 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.
5. 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.
6. Положення про рейтингову систему оцінки успішності доводиться на першому занятті з дисципліни.

### **8.3. Критерії нарахування балів**

1. Виконання та захист лабораторних робіт (всього 5 робіт). Кожна лабораторна робота оцінюється із 14 балів:
  - повна відповідь – 14 балів;
  - достатньо повна відповідь або повна відповідь з незначними помилками – 12 балів;
  - неповна відповідь та незначні помилки – 9 балів;
  - неповна відповідь з істотними помилками – 5 балів;
  - зміст відповіді не відноситься до суті лабораторної роботи, або результати під час виконання роботи не отримані – 0 балів.

2. Модульна контрольна робота оцінюється із 10 балів:

- правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90 % потрібної інформації) – 10 балів;
- частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 8 балів;
- завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60 % потрібної інформації) – 6 балів;
- завдання контрольної роботи виконані з істотними помилками (не менше 40 % потрібної інформації) – 4 бали;
- завдання не виконані або містять грубі помилки – 0 балів.

3. Домашня контрольна робота оцінюється із 20 балів:

- правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90 % потрібної інформації) – 20 балів;
- частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 16 балів;
- завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60 % потрібної інформації) – 12 балів;
- завдання контрольної роботи виконані з істотними помилками (не менше 40 % потрібної інформації) – 8 балів;
- завдання не виконані або містять грубі помилки – 0 балів.

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

$$R_c = 70 + 10 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

5. Умовою допуску до заліку є рейтингова оцінка не менша 45 балів і відсутність заборгованостей з лабораторних робіт та семестрового індивідуального завдання.

6. Складання заліку оцінюється із 100 балів. На заліку студенти відповідають на питання білету. Відповіді на запитання (завдання) оцінюються за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 95 -100 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації, або незначні неточності) – 94 - 85 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70 % потрібної інформації, або незначні неточності) – 84 - 75 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 65 % потрібної інформації та деякі помилки – 65 - 74 балів;
- «достатньо» (менше 60 % потрібної інформації, помилки – 60 - 64 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 - 59 балів, залік вважається не зданий.

7. Після виконання залікової контрольної роботи здобувач отримує рейтингову оцінку з дисципліни  $R_D$ , що є більшою з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом  $R_c$  (п.3.14 ПОЛОЖЕННЯ про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського).

8. Рейтингова оцінка з дисципліни  $R_D$  переводиться до семестрової оцінки згідно з таблицею:

**Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою**

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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)

### ***Перелік питань для контролю якості засвоєння курсу дисципліни***

1. В чому відмінність зональної навігації і як вона пов'язана з точністю навігації?
2. Поясніть концепцію навігації, заснованої на потрібних навігаційних характеристиках.
3. Вкажіть методи визначення навігаційних параметрів.
4. Назвіть види РНС і їх застосування.
5. Для яких цілей використовуються привідні радіостанції? Опишіть взаємодію наземного і бортового обладнання.
6. Які методи пеленгування об'єктів Ви знаєте?
7. Чим відрізняється принцип роботи азимутальних систем VOR і DVOR?
8. Назвіть види швидкості польоту літаків і для вирішення яких задач вони використовуються?
9. Надайте визначення багатопозиційної радіонавігаційної системи та наведіть приклади.
10. Які методи визначення положення об'єкта застосовуються в системах дальньої навігації?
11. Що вирішується в задачах статистичного аналізу і синтезу радіонавігаційних систем?
12. Що представляє собою глобальна навігаційна супутникова система?
13. Що входить до складу СРНС? Вкажіть основні сегменти.
14. Вкажіть загальні принципи функціонування СРНС.
15. Які системи координат використовуються в СРНС?
16. Як здійснюється кодування сигналів в СРНС?
17. Наведіть методи, що застосовуються для визначення координат користувача в СРНС.
18. Для яких цілей застосовується в СРНС диференціальний режим та функціональні доповнення?
19. На чому полягає принцип комплексної обробки інформації від різних навігаційних систем?
20. Наведіть приклади застосування радіонавігаційних систем на транспорті.

Дистанційний курс навчальної дисципліни розміщений на сайті:

<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6425>

### ***Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни***

*Лабораторія для проведення практичних занять та досліджень основних положень радіонавігаційних систем розташована в аудиторії № 204 навчального корпусу №17. В лабораторії розгорнутий програмно-апаратний комплекс для математичного моделювання роботи та розрахунків основних параметрів радіонавігаційних систем.*

---

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** [Васильєв В. М.](#);

**Ухвалено** кафедрою РТС (протокол № 06/23 від 22.06. 2023 р. )

**Погоджено** методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023 р. )