



# [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)172Мп РКС - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 49258)172Мп РКС+ - Радіотехнічні комп'ютеризовані системи (ЄДЕБО id: 57922)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Заоч.
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 10 год, Практ. год, Лаб. 6 год, СРС. 104 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> ,
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 високий 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 кодування, декодування та 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 та технологій машинного навчання (ПРН 17);
- виконувати підготовку технічного завдання для проектування радіотехнічних комп'ютеризованих систем, з урахуванням вимог замовника проекту (ПРН 18);
- 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 судноплаванні.

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 освітньою програмою бакалавра «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи» 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**

*Тема 1. Зональна навігація (RNAV). Навігація, заснована на навігаційних та експлуатаційних характеристиках (RNP, PBN).*

*Тема 2. Застосування радіотехнічних систем для вирішення задач навігації.*

*Тема 3. Елементи теорії статистичної радіонавігації*

*Тема 4. Радіонавігаційні системи та комплекси*

*Тема 5. Комплексна обробка інформації навігаційних систем*

## **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%20Management%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. Васильєв В.М. Радіонавігаційні системи. Лабораторний практикум /В.М.Васильєв.– 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. Васильєв В.М. Підвищення точності траєкторної оцінки в багатопозиційних далекомірних системах спостереження /В. М. Васильєв, 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). Навігація, заснована на навігаційних та експлуатаційних характеристиках (RNP, PBN).**

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. 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.

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

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

##### **Тема 3. Елементи теорії статистичної 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. 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.

##### **Тема 4. Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси.**

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. 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 5. Комплексна обробка 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. 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.

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

1. Визначення робочих зон радіонавігаційних систем.
2. Оцінка відповідності радіонавігаційних систем вимогам RNP.
3. Статистичні методи оцінки в багатопозиційних радіонавігаційних системах.

### **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.	4
3.	Тактико-технічні характеристики систем навігації.	4
4.	Взаємодія наземного і бортового обладнання радіомаячної системи посадки.	4
5.	Наземні та бортові антенні системи ПРС.	4
6.	Інтерферометричний метод пеленгування.	4
7.	Схожості та розбіжності систем CVOR і DVOR.	4
8.	Ідентифікація радіомаяка системи DME.	4
9.	Розрахунок значення висоти за даними вимірювань.	4
10.	Кореляційний метод вимірювання шляховий швидкості і кута зносу.	4
11.	Статистичні методи аналізу радіонавігаційних систем.	4
12.	Статистичні методи синтезу радіонавігаційних систем.	4
13.	Дискретний фільтр Калмана.	4
14.	Порівняльний аналіз характеристик GNSS.	4
15.	Перетворення координат в супутникових навігаційних системах.	4
16.	Кодування інформаційних сигналів в СРНС.	4
17.	Функціональні доповнення супутникової навігації.	4
18.	Методи комплексування навігаційних систем.	4
19.	Підготовка до лабораторних занять.	12
20.	Підготовка до МКР.	6
21.	Виконання ДКР.	10
22.	Підготовка до заліку.	6
	Всього:	104

## 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;

**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 російською та англійською мовами.

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)**

### **Види контролю**

**Поточний контроль:** здійснюється шляхом експрес-опитування, опитування на лабораторних заняттях, при виконанні МКР та ДКР.

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

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

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання.**

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- експрес-контроль з лабораторних робіт;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Експрес-контрольна робота оцінюється із 1 бала кожна:

- повна відповідь – 1 бал;
- достатньо повна відповідь або повна відповідь з незначними неточностями – 0,75 бала;
- неповна відповідь та незначні помилки – 0,5 бали;
- неправильна відповідь – 0 балів.

2.2. Лабораторна робота оцінюється із 10 балів кожна:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 7-8 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5-6 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

2.3. Модульна і Домашня контрольні роботи оцінюються із 10 балів кожна:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 7-8 балів;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 5-6 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки – 0-4 балів.



3. 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 зараховано».

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

Попередня рейтингова оцінка  $R$  з кредитного модуля (дисципліни) доводиться до студентів на останньому занятті.

4. Умовою допуску до заліку є стартовий рейтинг не менше 30 балів.

5. На заліку студенти відповідають на питання білету. Відповіді на запитання (завдання) оцінюються за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 35-40 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 15-34 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 5-14 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0-4 бали.

6. Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу 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 приводні 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 принципи комплексної обробки інформації від різних навігаційних систем?
20. Наведіть приклади застосування радіонавігаційних систем на транспорті.

Дистанційний курс навчальної дисципліни розміщений:

<https://do.ipro.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 № 211 навчального корпусу №17. В лабораторії розгорнутий програмно-апаратний комплекс для математичного моделювання роботи та розрахунків основних параметрів радіонавігаційних систем.

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

*Лабораторія для проведення практичних занять та досліджень основних положень радіонавігаційних систем розташована в аудиторії № 211 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 № 06/22 від 22.06.20 )

**Погоджено** методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06-2022 від 29.06.2022 )