



РАДІОНАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

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	Радіотехнічні комп'ютеризовані системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4,0/120 (44 годин – лекції, 16 годин – лабораторні, 60 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР, РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Васильєв Володимир Миколайович, +38(063)958-58-77, vasbelonovskij@gmail.com Лабораторні: д.т.н., проф. Васильєв Володимир Миколайович
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6401

Програма навчальної дисципліни

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

Опис навчальної дисципліни. Авіація, космонавтика, морське і річкове судноплавство багато в чому залежать від точності і надійності вирішення задач навігації. Сучасні радіонавігаційні системи (РНС) мають високу точність і велику дальність дії. Особливе місце займають супутникові радіонавігаційні системи (СРНС).

Вивчення дисципліни «Радіонавігаційні системи» дає необхідну базу знань з застосування радіотехнічних систем для вирішення задач навігації, експлуатації радіонавігаційних систем а також їх дослідження та конструювання.

Мета навчальної дисципліни. Метою викладання дисципліни є формування у студентів системи знань з основ теорії навігації, методів та засобів радіонавігації, принципів роботи та використання радіонавігаційних систем дальньої та ближньої навігації, систем посадки літаків, а також знань з основ теорії та практики використання супутникових радіонавігаційних систем.

Предмет вивчення: основи теорії навігації; радіотехнічні засоби та системи, що застосовуються для вирішення навігаційних задач.

Компетентності:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК 04);
- здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ФК 03);
- здатність здійснювати розробку сучасних радіотехнічних комп'ютеризованих систем, визначати їх технічні характеристики і параметри та застосовувати сучасні технології добування, передачі, прийому та відображення інформації (ФК 21).

Програмні результати навчання.

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

- 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 27);

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

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

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

знання:

- основ теорії навігації;
- радіотехнічних засобів та системи, що застосовуються для вирішення навігаційних задач;
- методів визначення навігаційних параметрів радіотехнічними засобами: радіокутометрія, радіодалекометрія, різницево-далекомірний метод, радіотехнічні методи вимірювання радіальних і кутових швидкостей;
- радіонавігаційних систем та їх характеристик: радіомаячні системи, пеленгаційні системи, системи ближньої навігації, системи дальньої навігації, системи посадки;
- супутникових методів радіонавігації, принципів навігаційних вимірювань за допомогою СРНС: далекомірний метод, різницево-далекомірний, псевдо-далекомірний;
- супутникових системи радіонавігації GPS, ГЛОНАС;

уміння:

- застосовувати методи та радіотехнічні засоби для вирішування навігаційних задач;
- досліджувати властивості сигналів в радіонавігаційних пристроях та системах;
- виконувати обробку результатів вимірювань радіонавігаційних приладів і систем та визначати (розраховувати) навігаційні параметри;
- визначати та аналізувати похибки вимірювань, досліджувати точність визначення навігаційних параметрів;
- аналізувати та давати рекомендації щодо використання радіонавігаційних систем в заданих навігаційних умовах.

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;
- визначення робочих зон радіонавігаційних систем;
- шифрування та розшифрування даних радіонавігаційних систем відповідно до заданого протоколу;

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

Пререквізити: навчальна дисципліна «Радіонавігаційні системи» базується на знаннях з таких дисциплін: «Цифрове оброблення сигналів», «Статистична теорія радіотехнічних систем», «Трансивери сучасних радіотехнічних систем», «Передавання інформації в радіотехнічних системах».

Постреквізити: дисципліна «Радіонавігаційні системи» є базовою для «Переддипломної практики» і «Дипломне проектування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Загальні відомості про радіонавігаційні системи

Лекція 1. Вступ. Загальні відомості з теорії навігації.

Лекція 2. Застосування радіотехнічних систем для вирішення навігаційних задач.

Лекція 3. Фізичні основи отримання радіонавігаційної інформації.

Тема 2. Методи радіокутометрії

Лекція 4. Фазовий метод радіокутометрії.

Лекція 5. Амплітудний, частотний, часовий методи радіокутометрії.

Тема 3. Методи радіодалекометрії

Лекція 6. Фазовий та частотний методи радіодалекометрії.

Лекція 7. Часовий метод радіодалекометрії.

Тема 4. Різницево-далекомірні методи радіовимірювань

Лекція 8. Фазовий різницево-далекомірний метод.

Лекція 9. Імпульсний та імпульсно-фазовий різницево-далекомірні методи.

Тема 5. Радіотехнічні методи вимірювання швидкості

Лекція 10. Доплерівський метод вимірювання швидкості і кута зносу.

Лекція 11. Кореляційний метод вимірювання шляховий швидкості і кута зносу.

Тема 6. Радіомаячні та пеленгаційні системи

Лекція 12. Приводні радіостанції.

Лекція 13. Автоматичні радіопеленгатори.

Лекція 14. Радіомаячні система посадки.

Тема 7. Радіонавігаційні системи ближньої навігації

Лекція 15. Всебічно направлений азимутальний радіомаяк ДВЧ-діапазону VOR.

Лекція 16. Всебічно направлений доплерівський азимутальний радіомаяк ДВЧ-діапазону DVOR.

Лекція 17. Далекомірний радіомаяк DME.

Лекція 18. Кутомірно-далекомірна радіонавігаційна система ближньої навігації РСБН.

Тема 8. Супутникова радіонавігація

Лекція 19. Супутникові методи радіонавігації.

Лекція 20. Глобальні супутникові радіонавігаційні системи.

Тема 9. Інтегрування радіонавігаційних систем в авіаційних комплексах

Лекція 21. Принципи та способи інтегрування навігаційних систем.

Лекція 22. Інтегрування бортових і наземних 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. Радіолокаційне та радіонавігаційне обладнання аеропортів: навч. посіб. / О.В. Зуєв, В. Г. Мелкумян, А.А.Семенов, О.В. Соломенцев. – К: НАУ, 2006. – 217 с.
3. Конін В.В. Системи супутникової радіонавігації / В.В. Конін, В.П. Харченко. – К.: Холтех, 2010. – 520 с.
4. Васильєв В.М. Радіонавігаційні системи: підручник / В.М. Васильєв. – К.: НТУУ «КПІ», 2023. – 338 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/56820>
5. Впровадження навігації, заснованої на характеристиках (PBN). Дорожня карта та стратегія України на 2013-2025 р. Державна авіаційна служба України: веб-сайт <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/Strategiya-ta-plan-vprovadzheniya-PBN.pdf>
6. Annex 10 to the Convention International Civil Aviation. Aeronautical Telecommunications. Volume I. Radio Navigational Aids, 6th Edition, July 2006 – 578 pp. <https://store.icao.int/en/annexes/annex-10>

Література додаткова:

1. Безпека авіації / В.П. Бабак, В.П. Харченко, Ф.Й. Яновський та інші. – К.: Техніка, 2004. – 584 с.
2. Системи зв'язку та навігації: навч. посіб. / В.П. Харченко, Ю. М. Барабанов, М. А. Міхалочкін. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 216 с.
3. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден / В.О. Рогожин, В.М.Синєглазов, М.К. Філяшкін. – К.: НАУ, 2005. – 314 с.
4. 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.
5. Васильєв В.М. Радіонавігаційні системи. Лабораторний практикум / В.М.Васильєв.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 78 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/56821>
6. Єдиний європейський повітряний простір: навч. посіб. / І.С. Биковцев, В.С. Дем'янчук, О.С. Железна та інші. – К.: Украерорух, 2011. – 400 с.
7. Правила технічної експлуатації наземних засобів радіотехнічного забезпечення в цивільній авіації України, (ПТЕ РТЗ ЦА – 2007). – К.: Державіаадміністрація, 2007.

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

Тема 1. Загальні відомості про радіонавігаційні системи

Лекція 1. Вступ. Загальні відомості з теорії навігації.

Класифікація радіонавігаційних систем. Радіонавігаційні засоби забезпечення польотів. Навігаційні елементи польоту. Поверхні і лінії положення. Методи визначення місцеположення об'єктів.

Завдання на СРС: Методи визначення місцеположення об'єктів.

Лекція 2. Застосування радіотехнічних систем для вирішення навігаційних задач.

Точність визначення поверхонь і ліній положення. Визначення робочих зон. Визначення положення об'єкта з використанням різних РНС. Оцінка точності визначення місцеположення об'єкта. Способи виведення ЛА в задану точку з використанням РНС. Забезпечення заходження ЛА на посадку та інструментальної посадки.

Завдання на СРС: Застосування градієнтний методу для оцінки точності

Лекція 3. Фізичні основи отримання радіонавігаційної інформації.

Фізичні основи радіотехнічних методів навігації. Узагальнена структурна схема РНС. Основні тактико-технічні характеристики РНС. Точність радіонавігаційних вимірів.

Завдання на СРС: Точність радіонавігаційних вимірів.

Тема 2. Методи радіокутометрії

Лекція 4. Фазовий метод радіокутометрії.

Принципи побудови фазових кутомірних систем. Фазові радіопеленгатори з безпосереднім вимірюванням різниці фаз, з використанням ефекту Доплера. Диференційно-фазовий РП. Доплерівська радіомаячна кутомірна система.

Завдання на СРС: Доплерівська радіомаячна кутомірна система.

Лекція 5. Амплітудний, частотний, часовий методи радіокутометрії.

Принципи побудови амплітудо-кутомірних систем. Амплітудна пеленгація по мінімуму та по максимуму сигналів. Використання синфазної багатовібраторної антени. Амплітудна пеленгація методом порівняння. Рівносигнальні радіомаяки з випромінюванням амплітудно-модульованих коливань. Радіомаяки з «опорним нулем». Амплітудо-фазовий метод кутометрії. Фазо-кутомірна система з швидким обертанням ДСА. Частотний метод радіокутометрії. Часовий метод радіокутометрії.

Завдання на СРС: Радіомаяки з «опорним нулем».

Тема 3. Методи радіодалекометрії

Лекція 6. Фазовий та частотний та часовий методи радіодалекометрії.

Фізична основа фазового та частотного методів вимірювання дальності. Вплив доплерівських зсувів частот на точність вимірювання дальності. Радіовисотомір з частотною модуляцією.

Фізична основа часового методу вимірювання дальності. Радіодалекомір з відбитим сигналом.

Радіодалекомір з ретрансляцією сигналів. Імпульсні радіовисотоміри.

Завдання на СРС: Вплив доплерівських зсувів частот на точність вимірювання дальності.

Лекція 7. Часовий метод радіодалекометрії.

Фізична основа часового методу вимірювання дальності. Радіодалекомір з відбитим сигналом.

Радіодалекомір з ретрансляцією сигналів. Імпульсні радіовисотоміри.

Завдання на СРС: Точність імпульсних далекомірів.

Тема 4. Різницево-далекомірні методи радіовимірювань.

Лекція 8. Фазовий різницево-далекомірний метод.

Фізична основа фазового різницево-далекомірного методу. Фазова різницево-далекомірна РНС з частотним поділом каналів. Фазові різницево-далекомірні системи з часовим поділом каналів.

Завдання на СРС: Формування фазових доріжок.

Лекція 9. Імпульсний та імпульсно-фазовий різницево-далекомірні методи.

Фізична основа імпульсного різницево-далекомірного методу. Імпульсно-фазові різницево-далекомірні системи.

Завдання на СРС: Імпульсно-фазова різницево-далекомірна система «Logan-C».

Тема 5. Радіотехнічні методи вимірювання швидкості

Лекція 10. Доплерівський метод вимірювання швидкості і кута зносу.

Фізична основа доплерівського методу вимірювання швидкості. Одно-, дво-, трьох-, чотирьох - променеві ДВШЗ. Доплерівський метод вимірювання кутової швидкості.

Завдання на СРС: Доплерівський метод вимірювання кутової швидкості.

Лекція 11. Кореляційний метод вимірювання шляховий швидкості і кута зносу.

Кореляційний метод вимірювання шляховий швидкості і кута зносу. Фізична основа кореляційного методу. Схема вимірювача.

Завдання на СРС: Кореляційна теорія.

Тема 6. Радіомаячні та пеленгаційні системи

Лекція 12. Приводні радіостанції.

Призначення, задачі, що вирішуються, технічні характеристики. Структура ПРС, режими і принцип роботи. Бортове обладнання. Структурна схема автоматичного радіокомпаса, рамкова антена, гоніометр, індикатори.

Завдання на СРС: Авіаційні автоматичні радіокомпаси.

Лекція 13. Автоматичні радіопеленгатори.

Призначення, задачі, що вирішуються. Застосування АРП при керуванні повітряним рухом. Основні тактико-технічні данні радіопеленгаторів. Визначення пеленга в стандартному АРП, принцип визначення пеленга в доплерівському пеленгаторі, принцип виміру пеленгу фазовим доплерівським АРП, квазідоплерівський метод пеленгування. Структурна схема АРП, антена система.

Завдання на СРС: Порівняльний аналіз різних видів АРП.

Лекція 14. Радіомаячні системи посадки.

Призначення, задачі, що вирішуються. Інструментальна система посадки ILS, склад наземного і бортового обладнання. Принцип формування просторової траєкторії посадки – гліссади. Структурна схема та принцип роботи курсового радіомаяка. Структурна схема та принцип роботи гліссадного радіомаяка. Взаємодія обладнання радіомаякової системи посадки. Схема прийому сигналів КРМ і ГРМ на борту ПС. Мікрохвильова система посадки MLS. Принцип роботи. Структурна схема.

Завдання на СРС: Взаємодія обладнання радіомаякової системи посадки.

Тема 7. Радіонавігаційні системи ближньої навігації

Лекція 15. Всебічно направлений азимутальний радіомаяк ДВЧ-діапазону VOR.

Призначення, задачі, що вирішуються. Принцип роботи радіомаяка VOR. Генерування навігаційних сигналів, спектр сигналу радіомаяка VOR, глибина модуляції. Структурна схема, функціональні вузли, що входять до складу VOR. Пакети програмного забезпечення. Передавач радіомаяка VOR. Антена радіомаяка VOR та її елементи. Бортове обладнання.

Завдання на СРС: Передавач радіомаяка VOR.

Лекція 16. Всебічно направлений доплерівський азимутальний радіомаяк ДВЧ-діапазону DVOR.

Задачі, що вирішуються, індикація навігаційної інформації. Принцип роботи радіомаяка DVOR, відмінність від системи VOR. Імітація кругового руху антени електронним способом.. Структура

DVOR, передавач радіомаяка, функціональний опис. Формування модульованих і немодульованих сигналів. Антенна система DVOR. Бортове обладнання, принцип обробки сигналів.

Завдання на СРС: Взаємодія наземного і бортового обладнання DVOR.

Лекція 17. Далекомірний радіомаяк DME

Призначення, задачі, що вирішуються. Основи функціонування далекомірного каналу. Робота наземний приємо-відповідача. Параметри сигналів DME. Бортовий приймач. Структурна схема маяка DME, процесори приємо-відповідача, монітора, програмні пакети, задачі, що вирішують. Схема приймача маяка DME, обробка сигналів, процесор обробки. Передавач маяка DME, схема передавача. Антенна система, конструкція, основні характеристики. Бортове обладнання.

Завдання на СРС: Робота приймально-передавального обладнання DME.

Лекція 18. Кутомірно-далекомірна радіонавігаційна система ближньої навігації РСБН.

Призначення, задачі, що вирішуються. Склад наземного і бортового обладнання. Спрощена структурна схема РСБН. Вимірювання на борту відстані до наземного радіомаяка. Вимірювання на борту азимута. Схема азимутального каналу РСБН. Бортова апаратура РСБН. Вимірювання на землі азимута і дальності до літака.

Завдання на СРС: Схема азимутального каналу. Вимірювання азимута на борту і на землі.

Тема 8. Супутникова радіонавігація

Лекція 19. Супутникові методи радіонавігації.

Роль супутникових систем в сучасній навігації. Супутникові радіонавігаційні системи (СРНС), основні сегменти СРНС, задачі, що вирішуються. Вимоги до характеристик СРНС. Системи координат, просторове положення та рух навігаційних супутників, елементи орбіт. Загальні принципи функціонування СРНС. Псевдодалекомірний спосіб визначення координат користувача. Поширення ефемеридної інформації, інформація, що передається супутником, псевдовипадковий далекомірний код, навігаційне повідомлення. Процес отримання інформації. Кодування навігаційних повідомлень. Протокол NMEA-0183.

Завдання на СРС: Формування псевдовипадкового коду.

Лекція 20. Глобальні супутникові радіонавігаційні системи.

Глобальні навігаційна супутникова система GNSS, ГЛОНАС. Основні характеристики GPS і ГЛОНАСС. Інтерфейси GPS і ГЛОНАСС з апаратурою споживачів, радіолінії, діапазони частот, кодування сигналів, види кодів. Формування і передача інформаційних сигналів. Формат і зміст навігаційних даних. Точність визначення координат і швидкості. Диференціальний режим. Бортові функціональні доповнення ABAS, RAIM, AAIM, супутникові SBAS, наземні GBAS.

Завдання на СРС: Методи підвищення точності СРНС.

Тема 9. Інтегрування радіонавігаційних систем в авіаційних комплексах

Лекція 21. Принципи та способи інтегрування навігаційних систем.

Необхідність, переваги та особливості інтегрування навігаційних систем. Принцип комплексної обробки навігаційної інформації. Типові схеми комплексування. 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.

Завдання на СРС: Порівняння способів комплексної обробки інформації.

Лекція 22. Інтегрування бортових і наземних навігаційних систем.

Інтеграція бортової радіонавігаційної апаратури, задачі інтеграції, структурна схема інтегрованої системи. Комплексна навігаційна система визначення швидкості об'єкта за даними ІНС та ДВШЗ.

Комплексна навігаційна система визначення місцеположення та швидкості за даними ІНС, ДВШЗ та радіовисотоміра. Інтегрування бортових курсових систем. Інтегрування радіонавігаційних систем VOR/DME та бортової ІНС.

Завдання на СРС: Умови застосування фільтра Калмана при комплексуванні систем.

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

1. Моделювання сигналів і діаграм направленості антен фазо-кутомірних систем.
2. Моделювання сигналів доплерівського автоматичного радіопеленгатора.
3. Моделювання радіовисотоміра.
4. Різницево-далекомірний метод визначення положення об'єктів.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Методи визначення місцеположення об'єктів.	1
2.	Точність радіонавігаційних вимірів.	1
3.	Доплерівська радіомаячна кутомірна система.	1
4.	Радіомаяки з «опорним нулем». Частотний та часовий методи радіокутометрії.	1
5.	Вплив доплерівських зсувів частот на точність вимірювання дальності.	2
6.	Імпульсно-фазова різницево-далекомірна система «Loran-C».	2
7.	Доплерівський метод вимірювання кутової швидкості.	2
8.	Застосування градієнтний методу для оцінки точності.	2
9.	Авіаційні автоматичні радіокомпаси.	1
10.	Порівняльний аналіз різних видів АРП.	1
11.	Взаємодія обладнання радіомаячної системи посадки.	1
12.	Передавач радіомаяка VOR.	2
13.	Взаємодія наземного і бортового обладнання DVOR.	2
14.	Робота приймально-передавального обладнання DME.	2
15.	Схема азимутального каналу. Вимірювання азимуту на борту і на землі.	2
16.	Формування псевдовипадкового коду.	1
17.	Кодування інформаційних сигналів.	1
18.	Методи підвищення точності СРНС, диференціальний режим.	1
19.	Застосування фільтра Калмана для нелінійних систем.	1
20.	Порівняння способів комплексної обробки інформації.	1
21.	Умови застосування фільтра Калмана при комплексуванні систем.	2
22.	Апаратне та математичне забезпечення ПНК	2
23.	Підготовка до лабораторних занять.	8
	Виконання РГР	10
24.	Підготовка до МКР.	4
25.	Підготовка до заліку (екзамену).	6
	Всього:	60

Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни «Радіонавігаційні системи» запланована розрахунково-графічна робота (РГР). Робота проводиться за всіма темами. Метою РГР є:

- більш глибоке засвоєння матеріалів теоретичного курсу;
- закріплення навичок самостійного використання набутих знань;
- набуття навичок проведення розрахунків і оцінки їх результатів;

Результати виконання РГР і пояснювальна записка оформлюються відповідно до існуючих вимог. Виконання та захист РГР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання РГР, – 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 «Радіонавігаційні системи» 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 експрес-опитування, опитування на лабораторних заняттях, при виконанні РГР та МКР.

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

Семестровий контроль: у восьмому 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 та заохочувальних 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 та захист лабораторних робіт (всього 4 роботи). Кожна лабораторна робота оцінюється із 15 балів:

- повна відповідь – 15 балів;
- достатньо повна відповідь або повна відповідь з незначними помилками – 13 балів;
- неповна відповідь та незначні помилки – 10 балів;
- неповна відповідь з істотними помилками – 6 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 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.

3. Розрахунково-графічна 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 роботи виконані із помилками (не менше 60 % потрібної інформації) – 12 балів;

- завдання 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:

$$R_c = 60 + 20 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

5. Умовою допуску до заліку є рейтингова оцінка не менша 40 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 95 % потрібної інформації) – 95 -100 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 85 % потрібної інформації, або незначні неточності) – 94 - 85 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % 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

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)

Перелік питань для контролю якості засвоєння курсу дисципліни

1. Вкажіть ознаки, за якими класифікуються радіонавігаційні системи.
2. Перелічіть задачі, які вирішуються за допомогою радіонавігаційних систем.
3. Назвіть основні навігаційні параметри, за якими контролюються рухомі об'єкти.
4. Що таке навігаційний трикутник?
5. Поясніть фізичні основи фазового методу виміру кутів.
6. Як впливає обертання антени на формування електромагнітного поля?
7. Поясніть фізичні основи амплітудного методу виміру кутів.
8. Поясніть фізичні основи частотного методу виміру кутів.

9. За яких умов з'являється доплерівський зсув частоти?
10. Поясніть фізичні основи фазового методу виміру відстані.
11. Поясніть фізичні основи частотного методу виміру відстані.
12. Поясніть фізичні основи часового методу виміру відстані.
13. Які методи використовуються в радіовисотомірах?
14. Як визначається положення об'єкту за різницево-далекомірним методом?
15. Поясніть принцип виміру швидкості за доплерівським методом.
16. Як визначається положення об'єкта з використанням кутомірних систем?
17. Як визначається положення об'єкта з використанням далекомірних систем?
18. Визначити призначення приводних радіостанцій (радіомаяків).
19. Визначити призначення радіопеленгаторів.
20. Визначити призначення радіонавігаційних систем ближньої навігації.
21. Чим відрізняються принципи роботи системи VOR і DVOR?
22. Поясніть принцип роботи системи DME.
23. Визначити призначення систем посадки.
24. Поясніть принцип формування глісади.
25. Поясніть призначення та склад глобальної навігаційної супутникової системи.
26. Вказати елементи орбіт супутників землі.
27. Описати системи координат, що використовуються в супутникової навігації.
28. Надати зміст навігаційних даних, що передається СРНС.
29. Поясніть псевдодалекомірний спосіб визначення координат.
30. Наведіть методи підвищення точності СРНС.

Дистанційний курс навчальної дисципліни розміщений на сайті:

<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6401>

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 проф. кафедри РТС, д.т.н., проф. Васильєв Володимир Миколайович

Ухвалено кафедрою радіотехнічних систем (протокол № 06/2025 від 26.06. 2025 р.)

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