Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій
ім. О.О. Зеленського (№ 504)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


_____ Віктор МАКАРІЧЕВ
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ

31 серпня 2026 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Антенні системи в інфокомунікаціях»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітньо-наукова програма: «Інформаційні мережі зв'язку»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2026

Харків – 2026 р.

Розробник: Тоцький О.В., професор, д.т.н., професор _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського № 504
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 31 серпня 2026 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор _____ Володимир ЛУКІН
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач гр. 569Н _____ Федір АПАНАСЮК
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Тоцький Олександр Володимирович
Посада: професор
Науковий ступінь: д.т.н.
Вчене звання: професор
Перелік дисциплін, які викладає: Антенні пристрої та комплекси КР, Антенні системи в інфокомунікаціях, Теорія інформації і кодування, НВЧ пристрої радіотехнічних та телекомунікаційних систем
Напрями наукових досліджень: цифрова обробка сигналів
Контактна інформація: o.totskiy@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	3
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов’язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 32, лабораторні – 16; СРЗ –72)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Вища математика. Фізика. Технічна електродинаміка.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета вивчення: викладання навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних, конструкторських та технологічних навиків і знань, необхідних для подальшого розвинення засобів проектування та виробництва антенних пристроїв в інфокомунікаціях.

Завдання: розвити навички самостійного розв'язання задач, що пов'язані з проектуванням та синтезом антенних систем.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: **Здатність** розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі побудови інформаційних мереж зв'язку, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій при застосуванні методів і принципів побудови та оптимізації сучасних технологій розподілу і обробки інформації.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу, комп'ютерного моделювання та методів оптимізації;
- аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення завдань в сфері розподілу і обробки багатоканальних інформаційних даних;
- організовувати і проводити експериментальні дослідження;
- продемонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для підтримки спеціалізацій з телекомунікацій;
- застосовувати математичну теорію організації і планування експерименту, розробляти плани проведення досліджень, вибирати алгоритми опрацювання інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для автоматизації обчислень;
- використовувати знання з математичних і логічних побудов, які є підґрунтям оптимізації інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, досліджуються чи застосовуються на практиці.

Програмні результати навчання:

- знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, фізико-математичних методів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- знання сучасних методів і програмно-алгоритмічних засобів для побудови адекватних теоретичних моделей і способів їх обґрунтування;
- знання з математичних і логічних побудов, які є основою оптимізації інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, експлуатуються чи досліджуються;
- знання основних принципів організації і побудови інформаційно-комунікаційних систем, вміння враховувати особливості галузей їх застосування, визначати характеристики систем і окремих їх модулів;
- ефективно застосовувати роботу з комп'ютером, його технічним та програмним забезпеченнями (носіями інформації, базами засобами візуалізації та документування).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Параметри передавальних та приймальних антен. Направлене випромінювання.

Тема 1. Параметри та характеристики антен

Дальня зона антени (зона випромінювання або зона Фраунгофера). Параметри антени, що характеризують функцію перетворення. Вхідний імпеданс антени. Умова узгодження антени з генератором, коефіцієнт узгодження. Визначення нормованих діаграм спрямованості (ДС) антени за напруженістю поля та за потужністю. Вторинні параметри ДС. Діяльна висота. Коефіцієнт

спрямованої дії (КСД). КСД антен з довільною поляризацією. Коефіцієнт підсилення антени. Частотна характеристика антени. Поляризаційна характеристика антени. Фазова характеристика антени. Приймальні антени. Визначення нормованої діаграми спрямованості (ДС) приймальної антени. Діяльна висота та діяльна площина приймальної антени. Потужність, яку приймальна антена віддає до навантаження.

Тема лабораторної роботи: Дослідження директорної антени.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій; знайомство з методиками розрахунків ДС; вивчення конструкції, принципу роботи та характеристик директорної антени; побудування графіків ДС директорної антени в площинах Е та Н.

Тема 2. Симетричний вібратор (СВ).

Розподіли струму та заряду на СВ. Поле СВ у дальній зоні. Нормована ДС СВ. Діюча висота СВ. Опір випромінювання та КСД СВ. Еквівалентний хвильовий та вхідний опір СВ.

Тема лабораторної роботи: Дослідження директорної антени.

Самостійна робота: вивчення випромінювання симетричного вібратора, опрацювання матеріалу лекції «Симетричний вібратор», знайомство з методикою розрахунків ДС будь якої антени, вивчення принципу роботи та характеристик симетричного вібратора, підготовка до захисту лабораторної роботи, побудування графіків ДС директорної антени в площинах Е та Н.

Тема 3. Направлене випромінювання.

Система, яка містить два не спрямованих випромінювача: синфазна система. Система, яка містить два не спрямованих випромінювача: протифазна система. Система антена-активний рефлектор.

Тема лабораторної роботи: Вимірювання коефіцієнта підсилення рупорної антени методом дзеркального зображення

Самостійна робота: вивчення принципу створення направленого випромінювання, вивчення методу вимірювання коефіцієнту підсилення на основі дзеркального зображення, підготовка до захисту лабораторної роботи

Тема 4. Формування спрямованого випромінювання.

Антенна решітка (АР), яка містить ***n*** неспрямованих випромінювачів. Діаграма спрямованості еквідистантної АР. Синфазна АР. Нормована ДС АР. Лінійно-фазна АР. Метод сканування. Хвилевидно-щілинна АР з частотним скануванням. Система, яка містить ***n*** спрямованих випромінювачів. Теорема перемноження ДС. Багаторядні, багатоповерхові та планарні АР.

Тема лабораторної роботи: Дослідження хвилевидно-щілинної антени

Самостійна робота: освоєння теоретичного матеріалу що присвячений принципу роботи АР, знайомство з методиками розрахунків ДС АР, вивчення принципу роботи та характеристик хвилевидно-щілинної антени, підготовка до захисту лабораторної роботи

Тема 5. Характеристики системи випромінювачів.

Комплексний опір системи випромінювачів. Метод наведених електрорушійних сил. Директорна антена. Векторна діаграма складання полів у системі «антена-пасивний рефлектор». Векторна діаграма складання полів у системі «антена-пасивний директор». Вхідний опір директорної антени. Трансформуючи та симетруючи пристрої. ДС, КСД та смуга пропускання директорної антени. Вплив провідної поверхні на випромінювання антени.

Тема лабораторної роботи: Дослідження директорної антени.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення принципу роботи директорної роботи за векторними діаграмами, розрахунки ДС антени в площинах Е та Н, підготовка до захисту лабораторних робіт

Тема 6. Рупорні антени.

Випромінювання відкритого кінця прямокутного хвилевода. Секторіальні, пірамідальні та конічні рупорні антени. Розподілення амплітуд та фаз в розкривах рупорів. Діаграми спрямованості рупорної антени. Оптимальні розміри рупорних антен. Узгодження рупорів з хвилеводом та вільним простором. Корекція фаз у розкривах рупорів.

Тема лабораторної роботи: Дослідження рупорної антени

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення принципу роботи рупорної антени, розрахунки ДС рупорної антени в площинах Е та Н, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 7. Лінзові антени.

Рівняння профілей прискорюючих та сповільнюючих лінз. Металопластинчаті лінзи. Лінзи із штучного діелектріка. Вибір габаритів. Зонування. Частотні якості. Амплітудне розподілення у розкривах прискорюючих та сповільнюючих лінз.

Тема лабораторної роботи: Дослідження діелектричної стрижневої антени (ДСА)

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення принципу роботи лінзових антен, розрахунки діаграм спрямованості (ДС) рупорно-лінзової антени в площинах Е та Н, підготовка до захисту лабораторної роботи

Тема 8. Дзеркальні антени.

Принцип дії. Геометричні співвідношення. Методи розрахунку ДС (по густині струмів та апертурним методом). Перехресна поляризація. КСД, КВП, ККД та КП дзеркальної антени. Опромінювачі дзеркал, вимоги до них. Оптимальна форма ДС опромінювача. Методи керування ДС параболічної антени. Реакція дзеркала на опромінювач та засоби боротьби з нею. Допуски на виготовлення дзеркальних антен.

Тема лабораторної роботи: Дослідження дзеркальної антени

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, вивчення принципу роботи дзеркальної антен з рефлектором у вигляді параболоїда обертання, розрахунки діаграм спрямованості (ДС) дзеркальних антен, підготовка до захисту лабораторної роботи

Тема 9. Щілинні антени.

Щілинні хвилеводні антени. Збудження щілини хвилеводом. Розрахунок опору та провідності у хвилеводі на основі балансу енергії. Узгодження щілин з хвилеводом. Багатощілинні антени резонансного та нерезонансного типів. Діаграми спрямованості багатощілинних антен.

Тема лабораторної роботи: Дослідження хвилевідно-щілинної антени

Самостійна робота: опрацювання теоретичного матеріалу що присвячений принципу роботу щілинної антени, розрахунки діаграм спрямованості (ДС) антенної решітки, вивчення характеристик хвилевідно-щілинної антени, підготовка до захисту лабораторної роботи

Модульний контроль 1: Параметри передавальних та приймальних антен. Направлене випромінювання. Спрямовані антенні системи. Антенні решітки. Антени НВЧ (виконання тестових завдань)

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

6. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

1) переконання у значущості навчання;
2) вимоги;
3) створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

1) пояснювально-ілюстративний;
2) словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення);
3) наочний (ілюстрація, демонстрація);
4) практичний (вправи).

7. Методи контролю

Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість годин	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0…0,5	32	0…16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	16	0...48
Модульний контроль	0…36	1	0…36
Усього за семестр			**00…100**

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 3 запитань (2 теоретичних та 1 практичного). Максимальна кількість балів, яку можна отримати за вірну відповідь на одне теоретичне запитання складає 35 балів, за практичне – 30 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, та виконати практичні та розрахункові завдання на задовільну оцінку. Вміти працювати з різними типами антен, орієнтуватися в їх параметрах та самостійно проводити вимірювання, вміти проводити розрахунки основних параметрів радіоліній (множник ослаблення, втрати, потужність), оцінювати отримані результати та робити висновки щодо їх нормальності.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні та практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти працювати з різними типами антен, орієнтуватися в їх параметрах та самостійно проводити вимірювання, на основі яких аналізувати рівень та якість випромінювання, давати рекомендації щодо покращення направлених властивостей антен та формування спрямованого випромінювання. Вміти проводити розрахунки основних параметрів радіоліній (множник ослаблення, втрати, потужність), оцінювати отримані результати та робити висновки щодо їх нормальності, та застосовувати їх при побудові радіоліній на мапі за допомогою спеціального програмного забезпечення. Вміти розв’язувати інтерференційні формули та застосовувати їх для визначення типу та характеристик радіотрас, вміти будувати радіолінії з заданими параметрами.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основній та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні, практичні, розрахункові роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов’язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Кодексом академічної доброчесності та забезпечення її дотримання Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності.

Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етики в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут».

10. Методичне забезпечення

1. Антени та пристрої НВЧ [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму. У 2 ч. Ч.2 / О. В. Тоцький, В. В. Науменко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 72 с.
2. Антени та пристрої НВЧ [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму. У 2 ч. Ч.1 / О. В. Тоцький, В. В. Науменко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 82 с.
3. Розповсюдження радіохвиль [Електронний ресурс] : консп. лекцій В. О. Шевелєв, Н. В. Кожемякіна. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 116 с.
4. Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського (№ 504) [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://k504.khai.edu
5. Електронний ресурс Науково-технічна бібліотека Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» https://library.khai.edu
6. Віртуальне навчальне середовище Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» https://mentor.khai.edu

11. Рекомендована література

Базова

1. Ільницький Л.Я., Сібрук Л.В., Щербина О.А. Антенні пристрої: Навч. посібник. – К: НАУ, 2018. – 200 с.
2. Єлізаренко А.О. Моделі поширення радіохвиль у каналах рухомого радіозв'язку. – Х .: УкрДУЗТ , 2017. – 55 с.

Допоміжна

1. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч. 1. Елементи та пристрої НВЧ тракту: Навч. посібник для студентів ВНЗ. − Харків: ХНУРЕ. − 2017. – 152 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Міжнародний союз електрозв'язку [Електронний ресурс] / Режим доступу: www.itu.int
2. Законодавство України [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/index
3. Український державний центр радіочастот [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.ucrf.gov.ua/ua