

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

Кафедра аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

(підпис) Сергій ОЛІЙНИК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«01» вересня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Електродинаміка та пристрої мікрохвильового діапазону

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Олійник С.В., професор к. 501, д.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

Протокол № 13/24-25 від «28» серпня 2025 р.

В.о. завідувача кафедри


(підпис)

Віктор БАРОВСЬКИЙ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

536ae 
(підпис)

Павло Турковський
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



П.І.Б.: Олійник Сергій Володимирович

Посада: професор к. 501

Вчений ступінь: доктор технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Фізика, Елементна база радіоелектроніки, Електродинаміка та пристрої мікрохвильового діапазону, Елементна база сучасної радіотехніки

Напрями наукових досліджень: електрофізичні та фотоелектричні властивості напівпровідникових кристалів, електрофізичні властивості плівкових матеріалів, фізичні проблеми конструювання БПЛА

Контактна інформація: sergey.oliynick@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	3; 5
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна, 3 семестр, скорочений термін навчання:</i> 4 кредитів ЄКТС / 120 годин (56 аудиторних, з яких: лекції – 40, лабораторні роботи – 16; СРЗ – 64); <i>денна, 5 семестр, нормативний термін навчання:</i> 4,5 кредитів ЄКТС / 135 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 40, лабораторні роботи – 24; СРЗ – 71);
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль залік (скорочений термін навчання) та іспит (нормативний термін навчання)
Пререквізити	Фізика, Математика
Кореквізити	Антенні пристрої, Статистична теорія радіотехнічних систем
Постреквізити	Інформаційно-вимірювальні радіотехнічні системи. Інформаційно-телекомунікаційні мережі

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

Мета – вивчення взаємодії електростатичних та магнітостатичних полів із зарядами та струмами, змінних електромагнітних полів та їх взаємодії, принципів випромінювання цих полів та поширення у різних середовищах включаючи спеціальні лінії передачі полів (довгі лінії, коаксіальні кабелі, хвилеводи, мікросмужкові лінії, уповільнювальні системи).

Завдання – сформувати у здобувачів освіти знання та навички вирішення практичних завдань, що стосуються взаємодії електростатичних та магнітостатичних полів із зарядами та струмами, змінних електромагнітних полів та їх взаємодії, принципів випромінювання цих полів та поширення у різних середовищах включаючи спеціальні лінії передачі полів.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі електронних комунікацій та радіотехніки, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК2 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4 – знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК7 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК8 – вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК9 – навички здійснення безпечної діяльності.

Спеціальні компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ФК2 – здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.

ФК4 – здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

ФК5 – здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань.

ФК6 – здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

ФК7 – готовність до контролю дотримання та забезпечення екологічної безпеки.

ФК13 – здатність організовувати і здійснювати заходи з охорони праці та техніки безпеки в процесі експлуатації, технічного обслуговування і ремонту обладнання інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

ФК15 – здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1 – знання теорій та методів фундаментальних та загально-інженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

ПРН5 – вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно.

ПРН6 – вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно, нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН7 – здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН8 – вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Електромагнітне поле

Тема 1. Закони та характеристики електростатичних полів.

Лекційні заняття.

Закон Кулона. Напруженість електростатичного поля. Силові лінії електростатичного поля. Вектор електростатичної індукції. Принцип суперпозиції полів.

Лабораторні заняття.

Моделювання електричного поля заряду та системи зарядів в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 2. Диференціальні та інтегральні характеристики електростатичних полів.

Лекційні заняття.

Потік вектора. Рівність Гаусса – Остроградського. Дивергенція вектора індукції поля. Теорема Гаусса – Остроградського.

Лабораторні заняття.

Моделювання потоку електричного поля в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 3. Робота та потенціал електричного поля.

Лекційні заняття.

Робота електричного поля заряду. Визначення потенціалу. Градієнт скалярного поля потенціалу

Лабораторні заняття.

Моделювання розподілу потенціалу електричного поля в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 4. Криволінійні системи координат.

Лекційні заняття.

Узагальнена система криволінійних координат. Приріст змінних у різних системах координат. Дивергенція, градієнт, рівняння Лапласа та Пуассона, ротор в ортогональних криволінійних системах координат.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 5. Електричний струм та пов'язані з ним поняття.

Лекційні заняття.

Математичний опис законів електричного струму. Закон Ома. Сторонні сили та їх напруженість. Електрорушійна сила. Вирази для роботи та потужності струму в диференціальній та інтегральній формах. Змінний струм у колі. Струм зміщення.

Лабораторні заняття.

Моделювання струмів різного виду в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 6. Теорія постійного магнітного поля.

Лекційні заняття.

Вектор магнітної індукції. Закон Біо – Савара. Циркуляція магнітного поля.

Лабораторні заняття.

Моделювання магнітного поля струму в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 7. Поняття ротора та теорема Стокса.

Лекційні заняття.

Визначення поняття векторного ротора. Теорема Стокса. Зв'язок магнітного поля та струму в диференціальній формі.

Лабораторні заняття.

Моделювання ротора вектору напруженості магнітного поля в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 8. Векторний оператор набла.

Лекційні заняття.

Загальне визначення оператора ∇ (набла). Градієнт. Дивергенція. Ротор.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 9. Теорія постійного електромагнітного поля.

Лекційні заняття.

Рівняння Максвелла для електростатичних і магнітостатичних полів.

Лабораторні заняття.

Моделювання електростатичних та/або магнітостатичних полів в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 10. Теорія змінного електромагнітного поля.

Лекційні заняття.

Перше рівняння Максвелла. Друге рівняння Максвелла. Повні системи рівнянь Максвелла у диференціальній та інтегральній формах.

Лабораторні заняття.

Моделювання змінного електромагнітного поля в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Модульний контроль 1

МОДУЛЬ 2

Змістовний модуль 2. Електромагнітні хвилі. Радіохвилі. НВЧ лінії передачі

Тема 1. Енергія змінного електромагнітного поля.

Лекційні заняття.

Вектор Умова - Пойнтінга

Лабораторні заняття.

Моделювання енергетичних характеристик змінного електромагнітного поля в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 2. Комплексна форма рівнянь максвелла та теореми Умова – Пойнтінга.

Лекційні заняття.

Використання символічного методу в теорії змінного електромагнітного поля.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 3. Плоскі хвилі в вакуумі та теорія їх поширення.

Лекційні заняття.

Рішення рівнянь Максвелла для електромагнітного поля. Рівняння плоскої електромагнітної хвилі. Параметри та особливості плоскої електромагнітної хвилі.

Лабораторні заняття.

Моделювання плоскої електромагнітної хвилі в вакуумі в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 4. Теорія поширення радіохвиль.

Лекційні заняття.

Електрофізичні характеристики середовищ поширення радіохвиль. Особливості поширення плоских хвиль у середовищі з комплексною діелектричною проникністю.

Лабораторні заняття.

Моделювання поширення радіохвиль в середовищі в ПЗ MathCad, розв'язання типових задач.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 5. Граничні умови для електричної та магнітної компонент поля.

Лекційні заняття.

Граничні умови для електричної та магнітної компонент поля

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 6. Відбиття та заломлення плоских хвиль на плоскій межі поділу двох середовищ.

Лекційні заняття.

Відбиття та заломлення плоских хвиль на плоскій межі поділу двох середовищ.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 7. Основи теорії випромінювання радіохвиль.

Лекційні заняття.

Хвильові рівняння та запізнювальні потенціали.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 8. Найпростіші випромінювачі електромагнітного поля.

Лекційні заняття.

Диполь Герца. Зони електромагнітного поля, що створюється у просторі навколо вібратора Герца. Потужність випромінювання диполя. Опір випромінювання. Діаграма спрямованості диполя.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 9. Лінії передачі електромагнітних хвиль НВЧ-діапазону.

Лекційні заняття.

Основні типи електромагнітних хвиль у напрямних середовищах. Прямокутний хвилевід

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 10. Структури полів у прямокутних хвилеводах та методика їх побудови.

Лекційні заняття.

Структури полів у прямокутних хвилеводах та методика їх побудови

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульних контрольних робіт.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Відсутні.

6. Методи навчання

Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекція), практичного матеріалу та/або моделювання електро-магнітних процесів за допомогою ПЗ (Лабораторні заняття); робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів). Технологія змішаного та/або дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Семестр 3 та 5

Усне опитування, захист лабораторних робіт, модульний контроль, підсумковий контроль, залік.

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 занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт (скорочений термін навчання)	0...8	3	0...24
Виконання і захист лабораторних робіт (нормативний термін навчання)	0...5	5	0...25
Модульний контроль 1 (скорочений термін навчання)	0...25	1	0...26
Модульний контроль 1 (нормативний термін навчання)	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт (скорочений термін навчання)	0...8	3	0...24
Виконання і захист лабораторних робіт (нормативний термін навчання)	0...5	5	0...25
Модульний контроль 2 (скорочений термін навчання)	0...25	1	0...26
Модульний контроль 2 (нормативний термін навчання)	0...25	1	0...25
Усього за семестр			0...100

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

Залік/іспит проводиться шляхом тестування. В тесті може бути від 20 до

40 питань. Кожне питання має 4 варіанти відповіді. На одне питання надається час від 2 до 4 хвилин. Тривалість складання тесту не більше 90 хвилин. За умови правильної відповіді на всі питання тесту здобувач освіти отримує 100 балів. Кількість балів пропорційна кількості правильних відповідей.

Якщо здобувач освіти на тиждень підсумкового контролю отримав менше 60 балів з предмету, то в рамках сесії він може пройти тестування. За умови коректної відповіді на 60% та більше всіх запитань здобувач освіти отримує 60 балів.

Таблиця 8.3 – 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. Пройти два модульні контролю. Засвоїти терміни і визначення, які використовуються в області електродинаміки. Мінімально орієнтуватись у математичному апараті та фізичному змісті щодо електромагнітних полів і хвиль, радіохвиль, ліній передачі НВЧ-діапазону.

Добре (75-89). Мати тверді знання з базових розділів предмету, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні завдання в обумовлений викладачем строк. Вміти на понятійному рівні обґрунтувати розв'язок основних задач електродинаміки. Знати основні характеристики та параметри електромагнітних полів, радіохвиль, ліній передачі НВЧ-діапазону.

Відмінно (90-100). Виконати та захистити всі лабораторні завдання з максимальною оцінкою. Скласти два модульних контролю з максимальною оцінкою. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх для вирішення основних задач електродинаміки. Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти на досконалому фізико-математичному рівні описувати електромагнітні поля та хвилі, радіохвилі. Знати основні характеристики та параметри електромагнітних полів, радіохвиль, ліній передачі НВЧ-діапазону.

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 лабораторні 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 Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання 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 етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchidokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

Навчальні посібники:

1. Електродинаміка та пристрої мікрохвильового діапазону : конспект лекцій / В. К. Волосюк, С. С. Жила, В. Г. Яковлев ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2023. – 152 с .

2. Пільтій, С. І. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Практикум : навч. посіб. для студ. спец. 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / С. І. Пільтій. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 54 с.
3. Купрій, О. М. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Методичні вказівки та завдання розрахунково-графічної роботи : навч. посіб. Для студ. спец. 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / О. М. Купрій, В. І. Найдено. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 25 с.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7593>

11. Рекомендована література

Базова

1. Логачова, Л. М. Поширення земних радіохвиль та мобільний зв'язок : навч. посіб. / Л. М. Логачова, Т. І. Бугрова. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2019. – 236 с.
2. Griffiths, D. J. Introduction to Electrodynamics : 5-е вид. / D. J. Griffiths. — Cambridge : Cambridge University Press, 2023. — xix, 602 p. — ISBN 978-1009397759.
3. Demtröder, W. Electrodynamics and Optics / W. Demtröder. — Cham : Springer, 2019. — XII, 449 p. — ISBN 978-3-030-02289-1.

Допоміжна

1. Калита, В. М., Дімарова, О. В., Решетняк, С. О. Загальна фізика. Електродинаміка. Модульне навчання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів галузей знань 12 «Інформаційні технології», 15 «Автоматизація та приладобудування», 17 «Електроніка та телекомунікації» / В. М. Калита, О. В. Дімарова, С. О. Решетняк. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 145 с.
2. Решетняк С. О. Теоретична фізика. Електродинаміка [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» / С. О. Решетняк. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,7 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 196 с.
3. Горєв, В.М. Технічна електродинаміка: навч. пос. / В.М. Горєв; Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. у-т “Дніпровська політехніка”. – Дніпро : НТУ “ДП”, 2019. – 91 с.

12. Інформаційні ресурси

- | | | | | |
|-------------|---|--------|------|------------------|
| 1. Coursera | – | онлайн | курс | електродинаміки, |
|-------------|---|--------|------|------------------|

<https://www.coursera.org/specializations/electrodynamics>

2. Class Central – 60+ безкоштовних онлайн курсів з електродинаміки,
<https://www.classcentral.com/subject/electrodynamics>

3. принципи та технології радіолокації –
<https://www.radartutorial.eu/index.uk.html>