

**БІЛГОРОД-ДНІСТРОВСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА
ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Циклова комісія природничо-математичних дисциплін



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора

з навчальної роботи

Марина ЗАЙЧЕНКО

2024 р.

ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ І МАГНІТНИХ КІЛ

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

здобувачів освіти спеціальності

123 Комп'ютерна інженерія

Білгород-Дністровський, 2024

Програма навчальної дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» складена відповідно до освітньо-професійної програми для здобувачів освіти зі спеціальності **123 Комп'ютерна інженерія**.

Розробник: Гудза Михайло Олександрович, викладач природничих дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії».

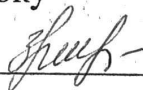
Робоча програма розглянута та схвалено на засіданні циклової комісії природничо-математичних дисциплін

Протокол № 1 від 29.08.2024 року

Голова циклової комісії  Олексій СЕРГІЄНКО

Схвалено методичною радою Білгород-Дністровського коледжу природокористування, будівництва та комп'ютерних технологій

Протокол №6 від 29.08.2024 року

Голова методичної ради  Марина ЗАЙЧЕНКО

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Компонент освітньої програми, спеціальність, освітньо-професійний ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 3 Модулів: 2 Змістових модулів: 2 Загальна кількість годин: 90	Компонент освітньої програми <i>Цикл загальної підготовки</i> Спеціальність <i>123 Комп'ютерна інженерія</i> Освітньо-професійний ступінь <i>«Фаховий молодший бакалавр»</i>	Вибіркова	
		Рік підготовки:	
		2	-
		Семестр	
		3	-
		Лекційні заняття	
		10 год.	-
		Практичні/лабораторні заняття	
		16/10 год	-
		Самостійна робота	
		54 год.	-
		Курсовий проєкт	
		-	-
		Індивідуальні заняття	
		—	—
		Вид контролю	
		диференційований залік	

2. МЕТА ТА ЗАДАЧА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна передбачена структурно-логічною схемою підготовки фахівців освітньо-професійного ступеня «Фаховий молодший бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія».

Мета навчальної дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» полягає в наступному:

- 1) вивчення основних законів функціонування простих і розгалужених електричних кіл;
- 2) оволодіння навичками аналізу процесів, які відбуваються в електричних та магнітних колах постійного і змінного струму;
- 3) засвоєння методів синтезу різноманітних електричних та електронних пристроїв на основі знань, отриманих в результаті вивчення теоретичного курсу;
- 4) вивчення схемних методів економії електроенергії при експлуатації електричного та електронного обладнання.

Завдання вивчення навчальної дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл»: сформувати у студентів уміння та навички ставити та розв'язувати задачі аналізу і синтезу усталених і перехідних процесів в лінійних електричних колах; застосовувати сучасну обчислювальну техніку для розрахунку електричних та магнітних кіл; застосовувати сучасні методи моделювання і розрахунку процесів в технічних пристроях; здійснювати науковий експеримент і узагальнювати його результати; використовувати електровимірну апаратуру; знаходити найбільш ефективний для розв'язку конкретної задачі метод.

Предметом вивчення дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» є дослідження закономірностей поведінки електричних та магнітних кіл під дією струмів і напруг. Основні аспекти, що розглядаються в рамках цієї дисципліни: електричні кола, магнітні кола, методи аналізу кіл, аналіз перехідних процесів, частотні характеристики.

Міждисциплінарні зв'язки: «Природничі науки: фізика і астрономія», «Математика», «Вища математика», «Технології», «Українська мова (за професійним спрямуванням)», «Архітектура комп'ютерів», «Електрорадіовимірювання», «Фізика», «Охорона праці», «Безпека життєдіяльності», «Інформаційні технології», «Організація комп'ютерних мереж».

Набуті здобувачами освіти компетенції згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Комп'ютерна інженерія»:

ЗК1. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4. Здатність працювати у колективі та команді.

ЗК6. Здатність до виявлення, постановки та вирішення проблем.

ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

СК6. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.

СК7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

СК8. Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення.

СК14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

СК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

Структура навчальної дисципліни є орієнтовною. Під час складання навчальних програм викладачі навчальних закладів можуть вносити обґрунтовані зміни та доповнення в зміст програмного матеріалу і розподіл навчальних годин за темами в межах бюджетного часу, відведеному навчальним планом на вивчення дисципліни. Внесені зміни повинні бути обговорені на засіданні циклової комісії і затверджені заступником директора з навчальної роботи.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Лінійні електричні кола постійного струму

Тема 1.1 Основні поняття та закони електричного кола

Вступ. Предмет і мета курсу. Значення електрифікації, електротехніки, електроніки, енергозбереження в умовах науково-технічної революції ХХІ сторіччя. Зв'язок дисципліни з іншими загальнотеоретичними і спеціальними дисциплінами. Організація навчальної роботи.

Базова теорія електромагнітного поля. Введення понять напруженості, напруги, потенціалу, струмів та його видів. Система рівнянь Максвелла. Електричне коло, його елементи та способи їх з'єднання. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) елементів. Лінійні і нелінійні елементи. Джерела енергії: джерело напруги, джерело струму. Схеми заміщення і ВАХ джерел енергії. Умови еквівалентності схем заміщення. Закон Ома: для пасивної ділянки кола, для вітки з джерелом, для замкненого кола. Закони Кірхгофа для струмів та напруг.

Тема 1.2 Методи розрахунку електричних кіл постійного струму

Метод рівнянь Кірхгофа. Метод контурних струмів. Власні і міжконтурні опори. Баланс потужностей в електричному колі. Метод вузлових потенціалів, метод вузлової напруги. Власні і міжвузлові провідності. Принцип і метод накладання дії джерел енергії. Вхідні і взаємні провідності віток, коефіцієнти передачі напруги та струму. Властивість взаємності і її використання. Теорема компенсації. Перетворення пасивних ділянок електричного кола: послідовне та паралельне з'єднання. Перетворення зірки і трикутника опорів. Перетворення ділянок кола з джерелами енергії. Перенесення ЕРС. Теорема про активний двополюсник. Схеми Тевенена і Нортена. Метод еквівалентного генератора і його використання для розрахунку кола. Передача енергії від активного двополюсника до пасивного. Напруги і потужності при зміні навантаження лінії передачі. ККД лінії передачі електроенергії, умови передавання максимальної потужності від генератора до споживача.

Модуль 2. Лінійні електричні кола однофазного синусоїдного струму

Тема 2.1 Властивості та розрахунок електричних кіл синусоїдного струму

Джерела синусоїдних напруг і струмів. Миттєві значення струму, напруги, фаза коливаль, початкова фаза, кут зсуву фаз. Часові діаграми. Діючі (ефективні) значення синусоїдних напруг і струмів. Векторні діаграми. Синусоїдний струм у колі з послідовним і паралельним сполученням RLC - елементів. Зображення синусоїдних величин із використанням векторів та комплексних чисел. Закони Ома і Кірхгофа в комплексній формі. Миттєва потужність і колювання енергії у колі синусоїдного струму. Активна, реактивна і повна потужності. Комплексна потужність. Баланс потужностей. Пасивний двополюсник і його еквівалентні схеми заміщення у колі синусоїдного струму. Трикутники напруг і опорів. Трикутники струмів і провідностей. Активні і реактивні напруги і струми, активні і реактивні опори і провідності. Комплексні опори і провідності. Розрахунок складних електричних кіл синусоїдного струму МРК, МКС, МВП, МН, МЕГ із використанням комплексного обчислення. Топографічні діаграми.

Тема 2.2 Електричні кола з індуктивно-зв'язаними елементами

Потоки і потокозчеплення самоіндукції і взаємоіндукції. Параметри індуктивно-зв'язаних елементів електричного кола. Однойменні полюси індуктивно-зв'язаних елементів. Розрахунок розгалужених кіл з індуктивними зв'язками. Розв'язання індуктивного зв'язку. Послідовне і паралельне з'єднання індуктивно-зв'язаних котушок. Векторні діаграми у разі узгодженого і неузгодженого з'єднання. Еквівалентні опори котушок. Ефект "хибної" ємності. Передача активної потужності між індуктивно-зв'язаними елементами. Трансформатор з лінійними характеристиками. Ідеальний трансформатор.

Тема 2.3 Резонансні явища і частотні характеристики

Загальні умови резонансу. Резонанс у послідовному і паралельному коливальних контурах. Векторна діаграма резонансного стану. Добротність і смуга пропускання коливального контуру. Частотні характеристики послідовного і паралельного контурів. Енергетичні процеси при резонансі. Частотні характеристики реактивних двополісників. Нулі і полюси вхідного опору реактивних двополісників. Синтез реактивних двополісників. Резонанс в індуктивно-зв'язаних контурах. Вплив активних опорів на частотну характеристику кола. Практичне значення резонансу в електричних колах.

Тема 2.3 Резонансні явища і частотні характеристики

Загальні умови резонансу. Резонанс у послідовному і паралельному коливальних контурах. Векторна діаграма резонансного стану. Добротність і смуга пропускання коливального контуру. Частотні характеристики послідовного і паралельного контурів. Енергетичні процеси при резонансі. Частотні характеристики реактивних двополісників. Нулі і полюси вхідного опору реактивних двополісників. Синтез реактивних двополісників. Резонанс в індуктивно-зв'язаних контурах. Вплив активних опорів на частотну характеристику кола. Практичне значення резонансу в електричних колах.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ І МАГНІТНИХ КІЛ»

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	з а г а л ь н и й о б с я г	аудиторні			с а м о с т і й н а р о б о т а	з а г а л ь н и й о б с я г	аудиторні			с а м о с т і й н а р о б о т а		
		в с ь о г о	з них				в с ь о г о	з них				
			т е о р е т и ч н і	п р а к т и ч н і				л а б о р а т о р н і	т е о р е т и ч н і		п р а к т и ч н і	л а б о р а т о р н і
Модуль 1. Лінійні електричні кола постійного струму												
1. Електричне коло: його структура, елементи та їх характеристики	6	1	1			5						
2. Основні закони електротехніки. Методи розрахунку складних електричних кіл	8	3	1	2		5						
3. Еквівалентні перетворення в електричних колах	8	3	1		2	5						
4. Активні й пасивні двополюсники	10	5	1	2	2	5						
Разом за змістовим модулем 1	32	12	4	4	4	20						
Модуль 2. Лінійні електричні кола однофазного синусоїдного струму												
5. Основні властивості синусоїдного струму, елементи кола, векторні діаграми	12	6	1	4	1	6						
6. Послідовне і паралельне з'єднання елементів R, L, C при синусоїдному струмі. Закони електротехніки для кіл синусоїдного струму	12	6	1	4	1	6						
7. Потужність у колах синусоїдного струму.	8	2	1		1	6						
8. Символічний метод розрахунку	9	4	1	2	1	5						
9. Кола із індуктивно-зв'язаними елементами	10	4	1	2	1	6						
10. Характеристика резонансних явищ	7	2	1		1	5						
Разом за змістовим модулем 2	58	24	6	12	6	34						
Загалом годин	90	36	10	16	10	54						

5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

I. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності

Словесні методи (бесіда, розповідь, пояснення, лекції тощо) характерні тим, що інформацію для засвоєння здобувач освіти отримує вербальними засобами, тобто через слово.

Наочні методи - інформація для засвоєння одержується на основі сенсорно-перцептивної діяльності (демонстрування, ілюстрації, показ об'єкта).

Практичні методи. Суть їх у тому, що шляхом виконання практичних дій здобувач освіти отримує деяку інформацію, яку аналізує, робить висновок і приходять до тих знань, які необхідно засвоїти. Особливість методу в тому, що діяльність з одержання знань накладається в часі на діяльність з їх застосування, що дає винятково важливий педагогічний ефект.

II. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності

1. Бесіда або діалог з аудиторією. Ставлю серію запитань, які потребують відповіді. Це дає можливість зрозуміти, чи готові здобувачі освіти сприймати новий матеріал, чи їх потрібно активізувати. Практика підказує, що здобувачі освіти ідуть на заняття не підготовлені, але коли знають, що буде опитування - готуються. Разом з тим це дає можливість виявити прогалини, що важливо не стільки для здобувача освіти, як для викладача.

2. Сократична бесіда. Ставиться серія запитань, які дають можливість здобувачу освіти дати не повну відповідь, що спонукає з зацікавленістю сприймати новий матеріал.

3. Проблемне заняття. Висловлюю проблему, з метою викликати зацікавленість у здобувачів освіти. Цей вид інтерактивних технологій можна використовувати після опрацювання серії занять, бо здобувачі освіти вже повинні мати багаж знань. Ці спрямовані на проведення дослідження праць. Вони дозволяють отримати знання для виконання ІНДЗ.

4. Дискусія. Відбувається активний обмін думками. Це різновид проблемних лекцій. Проводяться ділові ігри, самостійна робота. Лекція-дискусія дає можливість охопити складний, великий за обсягом і найбільш вдалий матеріал.

5. Аналіз конкретних ситуацій. Береться конкретна ситуація з життя (професійна діяльність, соціум тощо) і вирішується різними шляхами. Сьогодні неможливо навчати здобувача освіти старими методами. Знань стало так багато, професійні навички стали настільки багатоманітними, що їх неможливо передати в повному обсязі в межах традиційних методів, шляхом ретрансляції, позбавленої емоційності.

6. Заняття з використанням техніки зворотного зв'язку. Після подачі лекції починається її обговорення. З'ясовую наскільки здобувачі освіти зрозуміли матеріал.

7. Метод «заверши фразу». Здобувач освіти може продовжувати її своїми словами, а не так як у конспекті.

8. Консультація. Для індивідуальної роботи зі здобувачами освіти використовую *пояснення*.

6. МЕТОДИ ТА ФОРМИ КОНТРОЛЮ

За місцем у навчальному процесі розрізняють **попередній, поточний, періодичний, підсумковий види контролю.**

Попередній контроль – використовують перед вивченням нової теми на початку семестру для з'ясування загального рівня підготовки здобувачів освіти з дисципліни, щоб передбачити організацію їх навчально-пізнавальної діяльності.

Поточний контроль – спостереження викладача за навчальною діяльністю здобувачів освіти на занятті. Метою його є отримання оперативних даних про рівень знань здобувачів освіти і якість навчальної роботи на занятті, оптимізація управління навчальним процесом.

Періодичний (тематичний) контроль – виявлення й оцінювання засвоєних на кількох попередніх заняттях знань, умінь здобувачів освіти з метою визначення, наскільки успішно вони володіють системою знань, чи відповідають ці знання програмі. Різновидом періодичного є **тематичний контроль**, що полягає у перевірці та оцінюванні знань здобувачів освіти з кожної теми і спрямований на те, щоб усі належно засвоїли кожен тему.

Підсумковий контроль здійснюється наприкінці семестру або навчального року. Підсумкову оцінку за семестр виставляють за результатами тематичного оцінювання, за рік – на основі семестрових оцінок.

Навчальні досягнення здобувачів освіти з навчальної дисципліни оцінюються за кредитно-трансферною системою ЄКТС, в основу якої покладено принцип прозорості, об'єктивності, індивідуальності та певної уніфікованості. Головне завдання при цьому – досягти найбільш ефективного та об'єктивного оцінювання, яке повинне одночасно виконувати контролюючу й мотивуючу функції.

Кожен модуль включає лекційні та практичні заняття, самостійну роботу.

Модульний контроль знань здобувачів освіти здійснюється через проведення аудиторних письмових контрольних робіт або комп'ютерного тестування.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід до виконання завдань;
- ініціативність у навчальній діяльності.

Форма підсумкового контролю успішності навчання – диференційований залік (денна форма).

7. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти здійснюється відповідно до «Положення про оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти», 2020р.

Формою семестрової атестації є диференційований залік (денна форма).

Рейтинг здобувача освіти із засвоєння навчальної дисципліни складається з рейтингу з навчальної роботи – 70 балів та рейтингу з атестації – 30 балів. Таким чином, на оцінювання засвоєння змістових модулів, на які поділяється навчальний матеріал дисципліни, передбачається 70 балів. Рейтингові оцінки із змістових модулів, як і рейтинг з атестації, теж обчислюються за 100-бальною шкалою.

Для занесення оцінок у екзаменаційну відомість, залікову книжку та журнал рейтингової оцінки знань здобувача освіти його рейтинг з різних видів навчальної роботи у балах переводиться у національну та ЄКТС (Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система) оцінки згідно з таблицею.

Співвідношення між національними та ЄКТС оцінками і рейтингом здобувача освіти

Рейтинг здобувача освіти, бали	12-ти бальна	Оцінка національна за складання	
		екзаменів, диференційованих заліків	заліків*
90 – 100	10-12	Відмінно	Зараховано
75 – 89	7-9	Добре	
60 – 74	4-6	Задовільно	
00 – 59	1-3	Незадовільно	Не зараховано

**Відповідність результатів контролю знань
за різними шкалами і критерії оцінювання**

Оцінка ЄКТС	Сума балів за 100-бальною шкалою	Національна шкала (12-бальна)	Національна шкала (4-бальна)	Рівень компетентності	Критерії оцінювання
A	90 – 100 (відмінно)	12-10	відмінно	Високий рівень	Здобувач освіти виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для ухвалення рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили.
B	85 – 89 (дуже добре)	9-8	добре	Достатній рівень	Здобувач освіти вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна
C	75 – 84 (добре)	7			Здобувач освіти вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок
D	70 – 74 (задовільно)	6-5	задовільно	Середній рівень	Здобувач освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
E	60 – 69 (достатньо)	4			Здобувач освіти володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні
FX	35 – 59 (незадовільно)	3	незадовільно	Початковий рівень	Здобувач освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу
F	1 – 34 (незадовільно)	2			Здобувач освіти володіє матеріалом на елементарному рівні засвоєння, викладає його уривчастими реченнями, виявляє здатність викласти думку на елементарному рівні.
		1			Здобувач освіти володіє навчальним матеріалом на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів, що позначаються окремими словами чи реченнями.

8. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КУРСУ

1. Програма навчальної дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» схвалена методичною радою БДФКПБКТ 29 серпня 2024 року.
2. Робоча навчальна програма.
3. Конспекти лекцій.
4. Інструкційні карти для виконання лабораторних занять.
5. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи.
6. Матеріали з контролю знань студентів:
 - перелік питань до підсумкового контролю (залік);
 - тестові завдання для поточного контролю;
 - завдання для письмового опитування.
7. Методичні матеріали з розробки та впровадження інноваційних форм і технологій навчання студентів.
8. Підручники та методичні посібники.
9. Стенди та інші наглядне обладнання аудиторії.
10. Плакати.
11. Презентації.

9. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

ОСНОВНА

1. Дейбук В.Г. Теорія електричних кіл для системотехніків. Чернівці: Рута, 2011. 320 с.
2. Дейбук В.Г., Деревянчук О.В. Віртуальна електронна лабораторія. Чернівці: Рута, 2017. 192с.
3. Хлус, М. Теорія електричних кіл: основи, приклади та задачі. Київ: Видавничий дім, 2015. 320 с.
4. Фаддін, Ф. Теорія електричних кіл. Харків: Техноцентр, 2012. 278 с.
5. Коровін, С. В. Теорія електричних ланцюгів та сигнали. Одеса: Політехпрес, 2018. 420 с.
6. Бак, Джеймс В. Теорія та аналіз електричних кіл. Лондон: Springer, 2016. 384с.

ДОПОМІЖНА

7. Товес, Х. С. Теорія електромагнетизму. Ріо-де-Жанейро: Academica, 2010. 310с.
8. Садовський, А. Теорія електричних кіл: короткий курс лекцій. Київ: Наука, 2013. 230 с.
9. Максименко, А. П. Основи електротехніки і теорії електричних кіл. Львів: Техніка, 2017. 280 с.
8. Попов, Л. Електричні кола та сигнали: Практикум. Одеса: Політехніка, 2015. 265с.
9. Хелмс, А. Фізичні основи теорії електромагнетизму. Нью-Йорк: Wiley, 2012. 350с.
10. Бреннан, Дж. Моделювання електричних кіл: Вступ до SPICE. Лондон: Cambridge Press, 2014. 290 с.
11. Коваленко, Р. Аналіз лінійних електричних кіл. Київ: Техноцентр, 2016. 320с.
12. Пітерсон, П. Числові методи в теорії електричних кіл. Париж: Academique, 2019. 400 с.
13. Васильченко, О. Інженерна електродинаміка. Харків: Техніка, 2010. 380с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ:

14. Електронна бібліотека НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua>
15. Освітня платформа Prometheus [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prometheus.org.ua>
16. Лекційний матеріал з електротехніки та електромагнетизму на ресурсі "Шкільне життя" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.schoollife.org.ua>
17. Науково-освітній портал "Освіта.UA" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita.ua>
18. Платформа EdEra [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ed-era.com>
19. YouTube канал "ФізМат ТВ" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/user/fizmatTV>
20. Ресурс "StudFiles" (Навчальні матеріали для студентів) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.studfiles.net>

21. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" – Лекції та навчальні матеріали [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.kpi.kharkov.ua>