

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
РОЗДІЛ 1. КВАНТОВА КАРТИНА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ У СИСТЕМІ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	6
1.1. Електромагнітне поле як предмет та специфіка квантової радіоелектроніки.....	6
1.2. Класифікаційно-категоріальний лейтмотив квантової теорії радіоелектронних кіл.....	21
1.3. Фізична природа квантової філософії як критеріальної формули мудрості у радіоелектроніці	31
1.4. Медична біофізика як фундаментально-природний критерій в аеродинаміці бойового пілотування.....	33
<i>Контрольні запитання</i>	39
<i>Теми рефератів</i>	39
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КВАНТОВОГО РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	40
2.1. Основні методи випромінювання в радіоелектронному обладнанні літальних апаратів.....	40
2.2. Метод математичної модуляції щодо поширення радіосигналів як аналогових, так і цифрових у системі квантового радіоелектронного обладнання літальних апаратів.....	45
2.3. Космічна фрактальність як правовий метод уподібнення та його розпізнання у квантовому радіоелектронному обладнанні літальних апаратів.....	53
2.4. Суперпозиційний метод ентропійних процесів у квантовому радіоелектронному обладнанні сучасних кібервійськ	61
2.5. Концептуальна модель Протиповітряної Оборони України у системі квантового радіоелектронного обладнання літальних апаратів.....	73
2.6. Космічна гіперспектроскопія радіоелектронної криптосистеми: стегаграфічний прийом суперполяції квантової генерації	80
<i>Контрольні запитання</i>	88
<i>Теми рефератів</i>	88

РОЗДІЛ 3.	
ВОЄННІ ПРАКТИКИ ЩОДО КВАНТОВОГО	
РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ	
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	89
3.1. Кібербезпека як адміністративно-правовий захист	
у воєнних практиках квантового радіоелектронного	
обладнання літальних апаратів.....	89
3.2. Кіберконтрозвідка у космічній гіперспектроскопічності	
квантового радіоелектронного обладнання літальних апаратів.....	111
3.2.1. Системне використання криволінійного інтегралу	
у воєнно-піксельній гіперскопичності	117
3.2.2. Воєнно-практичне застосування лазерної медицини	
у квантовій радіоелектроніці.....	131
3.3. Перспектива нових конструктивно-технологічних засобів	
щодо практичної радіоелектроніки	138
<i>Запитання і завдання для самоперевірки</i>	<i>185</i>
<i>Контрольні запитання</i>	<i>187</i>
<i>Теми рефератів</i>	<i>187</i>
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	187

ПЕРЕДМОВА

У новому навчально-науковому посібнику автори висвітлюють комплексне бачення квантового радіоелектронного обладнання літальних апаратів. Це особливо це є важливим під час воєнного стану в Україні, коли російський агресор напав на нашу рідну землю. Тому, один із авторів означеного посібнику, маючи бойовий досвід у якості борт-інженера-пілота, передбачає стратегічну роль кіберконтрозвідки як контрольно-координаційної, моніторингової та представницької діяльності. Адже такий автор на базі власних фундаментально-природних знань у сфері радіобіокосмічної медицини (оприлюднено-цивільних та воєнних закритого типу) і всебічно розкриває біофізику бойового пілота. З огляду на це, саме тілесно-вестибулярна діяльність такого пілота як суб'єкта збалансованої резонансної взаємодії з літальним апаратом інтелектуально відкриває сучасному суспільству інформаційних знань нові методи аеродинамічної рухомості у часі та просторі.

Тому, автори не випадково у своєму навчально-науковому матеріалі акцентують саме на медичній біофізиці, що має ключове значення у квантовому радіоелектронному обладнанні літальних апаратів. Бо головне при цьому – це стресостійкість людини як запорука здоров'язбереження. Адже нічого кращого немає в житті, чим власний приклад, поширений із покоління в покоління. У цьому відношенні воєнна значимість багатопараметричної телеметрії лазера не лише в медицині, а й як зброї миттєвого знищення (спалення) будь-яких ворожих літальних об'єктів є неперевершеною. Про все це невдовзі можна ретельно дізнатися в наступних авторських працях: «Ракето-космічний комплекс України» та «Міжнародні зоряні війни».

Від авторів

РОЗДІЛ 1.

КВАНТОВА КАРТИНА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ У СИСТЕМІ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

1.1. Електромагнітне поле як предмет та специфіка квантової радіоелектроніки

За умов повоєнної України саме студентам, які навчаються за напрямом: «Радіотехніка» та «Телекомунікації», потрібно вивчати поширення радіохвиль у різних метеосередовищах.

Зокрема, варто окреслити типову для телекомунікації ситуацію, а саме: передавальну A та приймальну B радіостанції (рис. 1.1), в якій фундаментальне місце посідає: інформація, енергія, електромагнітне поле.

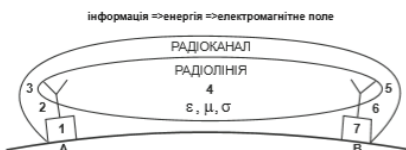


Рис. 1.1. Спрощена схема організації радіозв'язку (РАДІОКАНАЛ)

Яким чином організовано передавання інформації з пункту A до пункту B ? Після відповідного формування сигналу, його підсилення та перетворення у комплексі пристроїв 1 , проходження через антенно-фідерний тракт 2 та радіовипромінювання антеною 3 електромагнітна енергія поширюється у навколишньому середовищі 4 з параметрами: діелектрична проникність ϵ , магнітна проникність μ , питома електропровідність σ ; (зручною моделлю для інженерних розрахунків процесу поширення радіохвиль є, так званий, вільний простір з параметрами $\epsilon = \epsilon_0$, $\mu = \mu_0$, $\sigma = 0$, тобто, як у вакуумі). Все це сприймає антена 5 і через фідерний тракт 6 енергія надходить до приймального пристрою 7 , в якому після відповідного перетворення, як інформація, – до користувача. Цей процес реалізовано радіоканалом [47, с. 14].

За Національним стандартом України ДСТУ 3254 «Радіозв'язок. Терміни та визначення» [9]:

При цьому означаємо, що *радіоканал* – це сукупність радіотехнічних пристроїв разом із радіолінією, що призначено для передавання повідомлень від відправника до одержувача (на рис. 1.1 – це позиції 1 ... 7).

Радіолінія – це сукупність передавальної, приймальної антен та метеосередовища поширення радіохвиль (на рис. 1.1 – це позиції 3 ... 5).

Таким чином, процеси *формування, емісії та поширення* у різних *середовищах* електромагнітної енергії із застосуванням електромагнітних хвиль – носіїв *інформації*, є змістом сучасної радіотехніки та телекомунікації, що пов'язані з частотами.

Адже наука оперує з матеріальними об'єктами. Без поглиблення філософського визначення матерії, можна стверджувати, що матерія – це нескінченна множина всіх існуючих у світі об'єктів та систем не лише, які вже відомі, але й ті, що можуть бути відкриті у майбутньому із застосуванням удосконалених засобів спостереження та експерименту. У цьому сенсі визначимо, що таке електродинаміка у квантовій радіоелектронній боротьбі за умов воєнного часу для України.

Електродинаміка – це розділ фізики, об'єктом дослідження якого є закони руху та взаємодії електричних зарядів. Іншими словами, – це наука про *електромагнітні поля та електромагнітні хвилі*. Електродинаміка надає інформацію щодо складних нелінійних процесів у джерелах електромагнітного випромінювання, хвилеводах, об'ємних резонаторах, пристроях надвисокої частоти (НВЧ), антенах тощо. Це містить відповідні розділи фізики та математичного моделювання, що формують *базу* для вивчення інших фахових дисциплін у сфері квантової радіоелектроніки.

Відповідно до Національного стандарту України ДСТУ 2843 «Електротехніка. Основні поняття, терміни та визначення» [8]: *Електромагнітне поле (ЕМП)* – це вид матерії, яку визначають в усіх точках двома векторними величинами, що характеризують складниками, які називають, відповідно, «*електричне поле*» та «*магнітне поле*», чинять силовий вплив на заряджені частинки залежно від їх швидкості та значення заряду.

З огляду філософії фундаментальних знань можна стверджувати, що *електромагнітне поле* – це особливий *вид матерії*, який має ознаки матерії – *масу, кількість руху, момент кількості руху, енергію*, які критеріально важливі для телекомунікації та здатні *поширювати електромагнітну енергію*.

Адже елементи електромагнітного поля виявлено внаслідок силової взаємодії. Силова взаємодія між двома електронами, яка має електричну природу, перевищує відповідну силу гравітації у $4,17 \cdot 10^{42}$ раз.

Електромагнітне поле, як це впливає з визначення, має два складники. *Електричне поле* – це один з двох складників ЕМП, обумовлений *електричними зарядами та змінним магнітним полем*. За Національним стандартом України ДСТУ 2843: *електричне поле* – це прояв ЕМП, який характеризується впливом на електричну заряджену частинку із силою, що пропорційна заряду частинки і не залежить від її швидкості;

Магнітне поле – це один з двох складників ЕМП, обумовлений рухомими електричними зарядами (*електричним струмом*) та *змінним електричним полем*. За Національним стандартом України ДСТУ 2843: *магнітне поле* – це прояв електромагнітного поля, який характеризується впливом на рухомі заряджені частинки із силою, пропорційною заряду частинки та її швидкості [47, с. 15].

Отже, в основі електродинаміки є *емпіричні закони* електромагнетизму, узагальнені Джеймсом Кларком Максвеллом як системою рівнянь та електромагнітна теорія Хендрика Антона Лоренца.

Фізичні матеріальні об'єкти можна уявно розділити на два різновиди: *речовину та поле*.

Речовина – це форма матерії, яку складено з частинок, що мають масу (спокою).

Фізичні поля – це форма матерії, яка зумовлена діалектичною взаємодією частинок речовини та їх зв'язком (частинок) між собою.

Тобто фізичні поля та речовина пов'язані між собою. Як свідчить історія, квантові відкриття так званої «нульової хвилі» початку ХХ століття Альбертом Ейнштейном закону, що зв'язує між собою масу та енергію, було сприйнято як криза у фізиці.

«Матерія зникає» – висловлювались деякі філософи. Проте, це свідчить про поглиблення знань стосовно матерії. Речовина здатна переходити в іншу, за даної ситуації, *електромагнітну*, форму прояву. **Це полягає в наступному ключовому викладі.**

Всім відомо рівняння Ейнштейна:

$$E = mc^2,$$

де E – енергія поля;

m – маса;

c – швидкість поширення електромагнітної енергії у вільному просторі (швидкість світла, яке має електродинамічну природу).

Звідси:

$$m = \frac{E}{c^2},$$

або

$$m = \frac{Pt}{c^2},$$

де P – потужність, t – час.

Тоді, наприклад, енергія, що випромінює джерело потужністю $P = 1000$ кВт за добу (86400 с) має масу, яка дорівнює:

$$m = \frac{Pt}{c^2} = \frac{10^6 \cdot 8,64 \cdot 10^4}{(3 \cdot 10^8)^2} = 9,6 \cdot 10^{-7} \text{ кг} \approx 1 \text{ мг.}$$

Це дуже мале значення, але, наприклад, квазар 3C273, який є на відстані 1,5 млрд світлових років від Землі, випромінює за 1 годину електромагнітне поле масою $m = 8 \cdot 10^{25}$ кг, яка перевищує масу Землі ($6 \cdot 10^{24}$ кг).

Адже об'єктивно існує в життєвому світі єдине електромагнітне поле. Поділ його на електричний та магнітний складники пов'язано з конкретними умовами процесів. Так, наприклад, нерухомий заряд для земного спостерігача створює *електричне поле*, а для *позаземного* – він є рухомих та створює магнітне поле, тощо. Для опису електромагнітних явищ необхідно застосовувати досить складний математичний апарат на базі відповідних знань.

Нагадаємо, що *фізичні величини* поділяють на: *скалярні* та *векторні* (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Умовна класифікація фізичних величин із визначенням їхніх характеристик

Скалярні величини (маса, температура, сила струму, електричний заряд, електрична напруга, енергія, магнітний потік, потужність тощо) характеризують *значенням* та *градієнтом*, тобто *інтегрально скалярну величину* характеризує *значення*, а її *змінення за відстанню* характеризує *диференціальна величина* – *градієнт (grad)*.

Векторні величини (сила, швидкість, напруженість електричного та магнітного полів, вектор електричного зміщення, густина магнітного потоку, густина струму, елемент площини dS , елемент шляху dl , векторний магнітний потенціал \vec{A} тощо) характеризують *значенням, напрямом та розташуванням у просторі*. *Інтегральні* характеристики – *напрямок та значення* величин, а *диференціальні* характеристики описують математичними операціями *дивергенція (div)* та *ротор (rot, або curl)*.

Нижче показано, що поняття *дивергенція (div)* можна трактувати як *диференціальну характеристику потоку*, *ротор (rot)* – як *диференціальну характеристику циркуляції*.

Таким чином, скалярні та векторні величини, які пов'язані між собою, описують *інтегральними та диференціальними* характеристиками. Скалярні – *значенням*, а векторні – *значенням, напрямом і розташуванням у просторі*. Допоміжні величини, що характеризують *скалярні величини* – *це градієнт (grad)*, *векторні величини* – *дивергенція (div)* та *ротор (rot)* (рис. 1.2).

Найпростішу модель формування електромагнітного поля у просторі умовно покажемо на прикладі трансформації кола з джерелом

змінної напруги та конденсатором C (рис. 1.3а) – у емітувальне коло (рис. 1.3б).

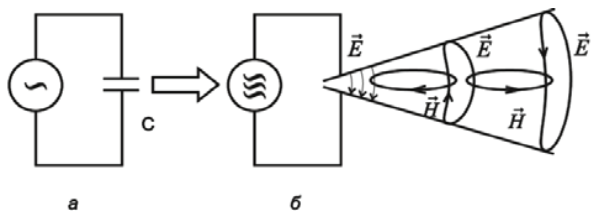


Рисунок 1.3. Умовна трансформація кола: а – електричне в б – електродинамічне

У ситуації, якщо геометричні розміри приладу або системи значно менше довжини хвилі (λ), фазові співвідношення у той самий момент часу практично однакові можна застосовувати апарат теорії електричних кіл.

Зі зменшенням λ (зростанням частоти f фазові співвідношення мають відмінності й апарат *теорії електричних кіл незастосовний*. Треба використовувати апарат *електродинаміки*, за якого аргументами процесів є *два* величини: *час* (t) та *відстань* (r). Між обкладками конденсатора створено *змінне електричне поле*, яке, в свою чергу, *створює магнітне поле*. Якщо обкладки конденсатора розвести на деякий кут одну від одної, тоді електричне поле «виходить» за межі конденсатора та створює у просторі магнітне поле, яке створює електричне поле, тобто можливо сформувати у дальній зоні *електромагнітну хвилю* (рис. 1.3б).

Швидкість поширення фронту електромагнітних хвиль визначають за формулою:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \text{ м/с,}$$

де ϵ , μ – абсолютні діелектрична та магнітна проникність, відповідно.

У *вільному просторі* (вакуумі) швидкість поширення електромагнітних хвиль:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с},$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \text{ Ф/м},$$

$$\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}.$$

Електромагнітні хвилі поширюється у просторі (середовищі), яке характеризують електродинамічними параметрами: *діелектричною проникністю ε* , *магнітною проникністю μ* та *питомою електропровідністю σ* .

Нагадаємо визначення електродинамічних параметрів середовища.

Діелектрична проникність ε характеризує діелектричні властивості середовища; одиниця вимірювання $[\text{Ф/м}] \rightarrow [\text{с/Ом} \cdot \text{м}] \rightarrow [\text{с} \cdot \text{А/м} \cdot \text{В}]$.

Базова діелектрична проникність для вакууму або *вільного простору – електрична стала (ε_0)* – це величина, що дорівнює за Міжнародній Системі SI (System International) величині, зворотній до добутку *магнітної сталої* і квадрату швидкості світла у вакуумі:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}; \varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \text{ Ф/м}.$$

За Національним стандартом України ДСТУ 2843 – *абсолютна діелектрична проникність* – це величина, що характеризує властивості діелектрика, яка є *скалярною* величиною для *ізотропної* речовини і дорівнює відношенню модуля електричного зміщення до модуля напруженості електричного поля, та *тензорною* для *анізотропної* речовини.

Відносна діелектрична проникність – це відношення абсолютної діелектричної проникності до *електричної сталої*:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}.$$

Магнітна проникність μ характеризує магнітні властивості середовища; одиниця вимірювання $\left[\frac{\text{Гн}}{\text{м}}\right] \rightarrow \left[\text{с} \cdot \frac{\text{Ом}}{\text{м}}\right] \rightarrow \left[\text{с} \cdot \frac{\text{В}}{\text{А} \cdot \text{м}}\right]$.

Базова магнітна проникність для вакууму або вільного простору – *магнітна стала* (μ_0) – це величина, що характеризує середовище і дорівнює за Міжнародною Системою $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

За Національним стандартом України ДСТУ 2843 – *абсолютна магнітна проникність* – це величина, яка характеризує магнітні властивості речовини та дорівнює відношенню модуля вектору магнітної індукції до модуля напруженості магнітного поля; вона *скалярна* для *ізотропної* речовини та *тензорна* для *анізотропної*.

Відносна магнітна проникність – це відношення абсолютної магнітної проникності до магнітної сталої:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}.$$

Питома електропровідність σ характеризує провідні властивості середовища; одиниця вимірювання [См/м] \rightarrow [А/В · м].

За Національним стандартом України ДСТУ 2843 *питома електропровідність* – величина, що характеризує здатність речовини проводити струм, і яку визначають, як відношення модуля густини струму провідності до модуля напруженості електричного поля; вона *скалярна*, для *ізотропної* речовини та *тензорна* для *анізотропної*.

Абсолютна питома електропровідність:

$$\sigma = \sigma_{Cu} \cdot \sigma_r,$$

де σ_r – відносна провідність; $\sigma_{Cu} = 5,7 \cdot 10^7$ См/м – питома провідність *міді*, яка прийнята за *базову величину*.

Адже у квантовій радіоелектроніці саме фундаментальні знання законів **електродинаміки** надають необхідну можливість визначити електромагнітну енергію, яка поширюється в просторі, у будь-якій конкретній точці, якщо відомі потужність передавача, параметри метеосередовища та тип антен [47, с. 16].

Закони електродинаміки надають можливість з'ясувати складні процеси, які є у хвилеводах, об'ємних резонаторах (замкнені металеві об'єми, в яких можливе збудження коливань електромагнітної енергії) та в інших системах формування та поширення електромагнітної енергії.