

## ПРО МОДЕЛЮВАННЯ В ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННІ

О. І. Дорошенко<sup>1</sup>, С. О. Борисенко<sup>2</sup><sup>1</sup>Одеський національний політехнічний університет<sup>2</sup>ПАТ «Енергопостачальна компанія Одесаобленерго»

**Анотація.** Розглядаються різновиди математичного моделювання електромагнітного поля систем електропостачання конкретних промислових і дорівнених до них споживачів електроенергії, які різною мірою спираються на фізику електроенергетичних процесів згаданих систем і застосовуються при дослідженні нормальних режимів таких процесів. Перевагу надається реально-математичній моделі, яка базується на засадах сучасної квантової фізики при створенні електромагнітного поля електроенергетичних системи, відповідає основним вимогам теоретичних основ електротехніки і значно покращує розуміння у ділових відносинах електроенергетична система – споживач електроенергії.

**Ключові слова:** математичне моделювання в електроенергетиці, математична модель системи електропостачання, електромагнітне поле, формально-математична модель, умовно-математична модель, реально-математична модель, квантування діелектричного середовища.

## Вступ

Переваги електричної енергії (електроенергії) перед іншими видами енергії зробили її основою існування і подальшого розвитку життя в усіх сферах діяльності людського загалу будь-якої країни, з будь-яким політичним та економічним устроєм. Електроенергію виробляють централізовано в електроенергетичних системах (ЕЕС) і передають конкретним її споживачам за допомогою індивідуальних систем електропостачання (СЕП).

За визначення [1], СЕП будь-якого (фізичного або юридичного) споживача електроенергії вважається сукупність трьох елементів будь-якої ЕЕС: 1 – джерела живлення; 2 – приймального пункту електроенергії (ПП); 3 – електричної мережі (повітряної або кабельної), що приєднує до згаданого джерела, згаданий ПП електроенергії. Принципову схему умовного промислового споживача електроенергії представлено на рис. 1.

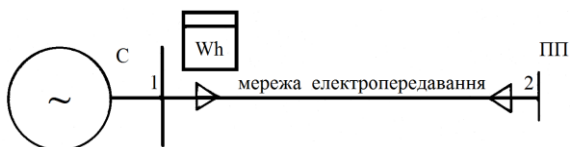


Рис. 1. Принципова схема СЕП конкретного споживача електроенергії

Таким чином, електроенергію можна розглядати у якості товарної продукції ЕЕС, яку виробляють промисловим способом (у великих обсягах і, помірковано, не дорого) електростанції згаданої системи. Тобто, як промислова продукція ЕЕС, електроенергія є роботою, яку викону-

ють генератори електростанцій системи для створення на своїх затискачах різниці електричних потенціалів (напруги). Споживачі електроенергії, за допомогою своїх власних електроприймачів, перетворюють потенційну форму електроенергії (напругу) в інші її види – споживають. Таким чином, електрична напруга СЕП будь-якого споживача, реально, є потенційною формою її електроенергії.

**Об'єкт дослідження** – система електропостачання конкретного споживача електроенергії, для дослідження якої використовують математичне моделювання. При цьому, не завжди чітко розуміють сучасну фізику процесів, яку представляє така модель.

Як відомо, через це створюються ситуації, наприклад, як у питанні з реактивним «електроспоживанням», яке нормують споживачам за допомогою нормативного документа [2], і яке, досить часто, призводить до суперечок між постачальниками електроенергії і її споживачами. Тобто, питання реально-математичного моделювання має практичне значення, що обґрунтовує актуальність проведеного дослідження.

**Мета дослідження** – розроблення реально-математичної моделі СЕП, конкретного споживача електроенергії, що спирається на сучасну фізику процесів в її електромагнітному полі, яке є її робочим інструментом.

При цьому, необхідно вирішити наступні задачі:

1. Погодити, відому з теоретичних основ електротехніки, фізику електромагнітного поля з основними положеннями сучасної квантової фізики.

2. З'ясувати ступінь відповідності математичного опису процесів, що відбуваються в електромагнітному полі СЕП конкретного споживача електроенергії (як підсистеми загальної ЕЕС), по відношенню до їх сучасного фізичного уявлення.

3. Розробити дієву реально-математичну модель СЕП конкретного споживача електроенергії, яка дає реальну можливість визначення параметрів режимів такої системи і є прийнятною та доступною розумінню усіх учасників електроенергетичного виробництва.

### Результати дослідження.

З теоретичних основ електротехніки загальновідомо, що робочим інструментом будь-якої ЕЕС є її електромагнітне поле. Наприклад, в [3], стверджується: «...Електромагнітна енергія от места ее генерирования передается к месту потребления по диэлектрику (*провода же в линиях передачи выполняют двойную роль: они являются каналами, по которым проходит ток, и организаторами структуры поля в диэлектрике*)...».

Фізика [4] стверджує, що таке поле може існувати тільки в електрично пружному фізичному середовищі, яким, за твердженням [5], є діелектричне середовище будь-якого елемента, будь-якої ЕЕС.

Нажаль, у нормативному документі [6], що діє в сьогоднішній Україні, наведено таке визначення поняття електромагнітного поля, яке суперечить філософському визначенню існування реальності. Його називають «особливим видом матерії», субстанції, яку необхідно вважати універсальним будівельним матеріалом Природи, включно з Космосом – матерією і яка, очевидно, видів мати не може. Тобто, електромагнітне поле, це такий стан матерії (матеріального середовища), за якого у ньому починають діяти механічні сили – електричні (сили Кулона) та магнітні (сили Кориоліса), [4].

Оскільки нормативний документ [7] встановлює на державному рівні показники якості електричної напруги як показники якості електроенергії, то можна вважати, що енергія передається споживачам у потенційному вигляді – у вигляді електричної напруги різного рівня, залежно від відстані електропередавання.

Зважаючи на складність електромагнітних процесів, вивчення і дослідження режимів роботи будь-яких ЕЕС (процеси генерування і споживання електроенергії відбуваються, майже, одночасно), їх вивчення і дослідження без моделювання не є можливим. При цьому, найбільш поширеним в електроенергетиці є математичне моделювання, за якого модель – це математична формула, яка (на думку її авторів) відповідає фі-

зиці процесу, який вона репрезентує. Але, при цьому, виникає можливість створення математичного формалізму, за якого абсолютно точні, багаторазово перевірені практикою, математичні методи і методики дають фізично неможливі значення величин, що моделюються. Так в [8], по відношенню до [9], стверджується:

«...Математическая постановка технической задачи является самой сложной и важной частью работы. Важны не столько выбираемые математические методы расчета, сколько выбранные методы упрощения первоначальной, подлежащей решению физической задачи. Об этом забывают авторы разнообразных математических моделей, для многих из которых само математическое моделирование превратилось из инструмента для исследования в самоцель. Между ними даже развернулось соревнование – кто сделает модель какого-либо элемента «круче». Моделей много, а посчитать что-то конкретно – возможности нет...», що обґрунтовує актуальність проведення даного дослідження.

Як відомо з [3, 4], електромагнітне поле СЕП може існувати тільки в електрично пружному діелектричному середовищі, що оточує усі її струмоведучі частини, одночасною дією на нього напруги і струму провідності згаданих частин. Причиною такої пружності є хімічна будова діелектрика. Відомо, що це складні хімічні речовини, найменшою частинкою яких є молекули, які складаються з найменших частинок простих хімічних речовин (різних або однакових, як у газів атмосферного повітря) – атомів. Очевидно, що кожна така частинка діелектрика може мати власне електромагнітне поле, сукупність яких можна вважати загальним електромагнітним полем СЕП.

Дякуючи електроприймачам конкретного споживача електроенергії її потенційна форма (напруга) в електромагнітному полі СЕП такого споживача перетворюється в дійову форму такого виду енергії, яка необхідна для виконання конкретного виду корисної роботи.

При цьому, з [3] відомо, що формально-математичною моделлю електромагнітного поля будь-якої ЕЕС вважається теорема Пойтинга, яка визначає вектор повної його потужності за постійних напруги і струму провідності, кВА

$$\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H}, \quad (1)$$

де  $\vec{E} \equiv \vec{U}$  - вектор напруженості електричного поля, як частини загального вектора електромагнітного поля, кВ/м;  $\vec{H} \equiv \vec{I}$  - вектор напруженості магнітного поля, як другої частини загального вектора електромагнітного поля, А/м.

Миттєве значення такої повної потужності, за миттєвих значень синусоїдальної напруги і синусоїдального струму провідності її струмоведучих частин, що відстає від напруги на фазовий кут  $\varphi$ , можна представити у вигляді, кВА

$$\begin{aligned} s &= u \cdot i = U_m \cdot \sin \omega t \times I_m \cdot \sin(\omega t - \varphi) = \\ &= \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin \omega t \times \sqrt{2} \cdot I \cdot \sin(\omega t - \varphi) = \\ &= 2 \cdot U \cdot I \cdot \sin \omega t \cdot \sin(\omega t - \varphi) = \\ &= U \cdot I \cdot (\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi)) = \\ &= U \cdot I \cdot \cos \varphi - U \cdot I \cdot \cos(2\omega t - \varphi), \quad (2) \end{aligned}$$

де  $U_m$  – амплітудне значення синусоїдальної напруг, кВ;  $I_m$  – амплітудне значення синусоїдального струму провідності, А;  $U$  – діюче значення синусоїдальної напруги, кВ;  $I$  – діюче значення синусоїдального струму провідності, А;  $\varphi$  – кут зсуву фаз миттєвих значень синусоїдальних напруги і струму провідності струмоведучих частин ЕЕС, град.

При цьому, логіка суми дії векторів  $\vec{E} \equiv \vec{U}$  та  $\vec{H} \equiv \vec{I}$  “ $\wedge$ ” (“і”) змінюється на логіку їх дії “ $\vee$ ” (“або”).

Таким чином, з'являється математична можливість для визначення величини повної потужності системи через значення напруги її струмоведучих частин і струму навантаження за формулою, кВА

$$s = s1 + s2, \quad (3)$$

де  $s1$  - перша складова рівняння (2), кВА

$$s1 = U \cdot I \cdot \cos \varphi; \quad (4)$$

$s2$  - друга складова рівняння (2), кВА

$$s2 = U \cdot I \cdot \cos(2 \cdot \omega t - \varphi). \quad (5)$$

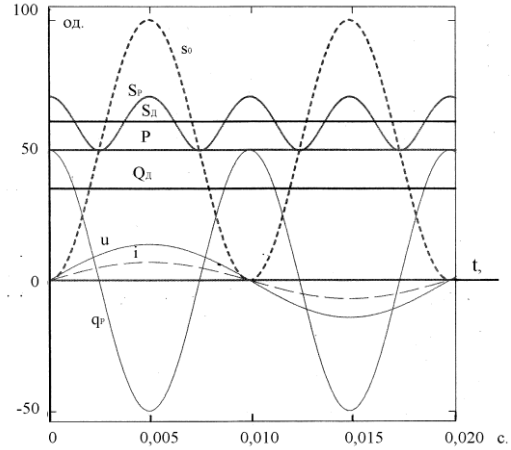
Як можна бачити, повна потужність електромагнітного поля СЕП будь-якого споживача електроенергії, фізично, має бути хвилиною потужності поляризації електрично пружного діелектричного середовища системи, яка біжить від джерела її живлення (точка 1 на рис.1) до ПП енергії споживача (точка 2 на рис.1). При цьому, знак фазового кута  $\varphi$  впливає на початок створення цієї хвилі.

Методи, що використовуються у даній роботі для досягнення поставленої мети, полягають в аналізі складових рівняння (2) з точки зору класичної і сучасної фізики в математичному середовищі MATSCAD для вироблення методики реально-математичного моделювання режимів СЕП, що спирається на сучасну квантову фізику.

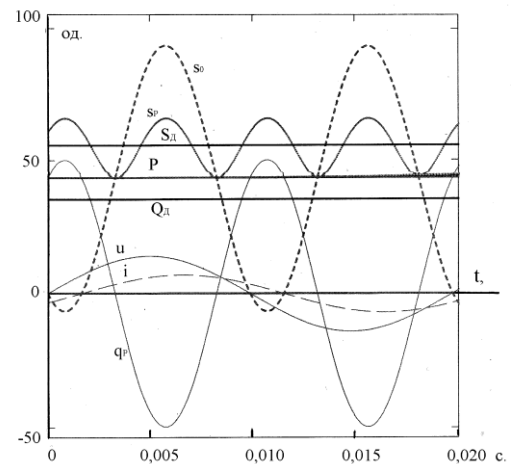
Результати розрахунку за допомогою формули (2) в математичному середовищі MATSCAD, за умови:  $U = 10$  В;  $I = 5$  А;  $\omega t = 314$  1/с;  $\varphi = \pm \pi / 6$  рад., представлено на рис.2, де

$S_0$  - повна потужність ЕЕС за формулою (2)

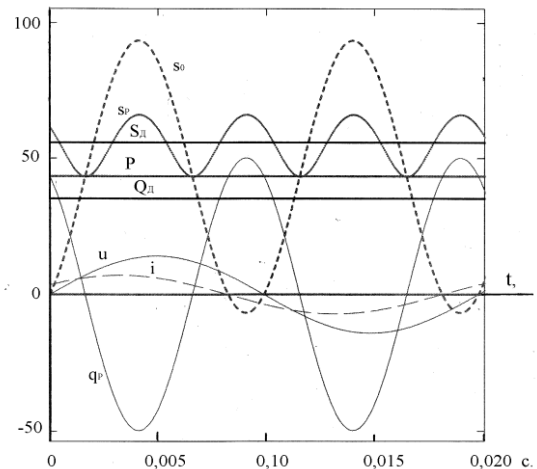
$$s_0 = u \cdot i = U_m \cdot \sin \omega t \times I_m \cdot \sin(\omega t - \varphi).$$



а – струм провідності і напруга співпадають



б – струм провідності відстає від напруги



в – струм провідності випереджає напругу

Рис.2. Формально-математична модель СЕП  
Таким чином, теорему Пойтинга можна розглядати у якості формально-математичної моделі

електромагнітного поля будь-якої ЕЕС, яка єдине її поле представляє, умовно, у вигляді суми двох полів, створених синусоїдальними напругою і струмом провідності струмоведучих частин згаданої системи.

При цьому: перша складова потужності такого поля, умовно, називається його активною потужністю, позначається літерою  $P$  і вважається поздовжньою складовою повної потужності електромагнітного поля, кВт

$$s1 = P = U \cdot I \cdot \cos \varphi; \quad (6)$$

друга складова потужності згаданого поля, умовно, називається його реактивною по потужності, позначається літерою  $Q$  і вважається поперечною складовою повної потужності електромагнітного поля, квар

$$s2 = Q = U \cdot I \cdot \sin(2\omega t - \varphi). \quad (7)$$

При цьому, зважаючи на кут між згаданими складовими повної потужності поля, який складає  $90^\circ$ , реактивну складову можна визначати за формулою, квар

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi. \quad (8)$$

Таким чином, з'являється математична можливість визначення величини повної потужності електромагнітного поля системи  $S$  за відомою формулою, кВА

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad (9)$$

На практиці, за допомогою комерційного обліку електроенергії, який встановлено у точці балансової приналежності електричних мереж (рис.1), у кожному розрахунковому періоді (календарний місяць) визначають виток активної і реактивної електроенергії спожитих споживачем.

При цьому вважається, що перша і друга передається йому від генераторів з ЕЕС. Для того щоб забезпечити кут  $90^\circ$  між складовими активної та реактивної електроенергії, вимірювальні елементи лічильників реактивної електроенергії вмикають за схемами, що враховують споживання і генерування, рис.3.

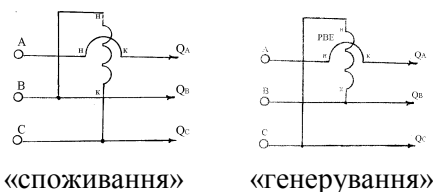
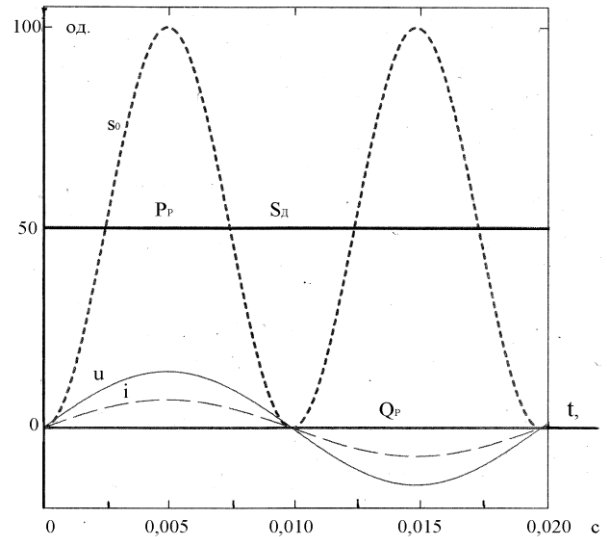


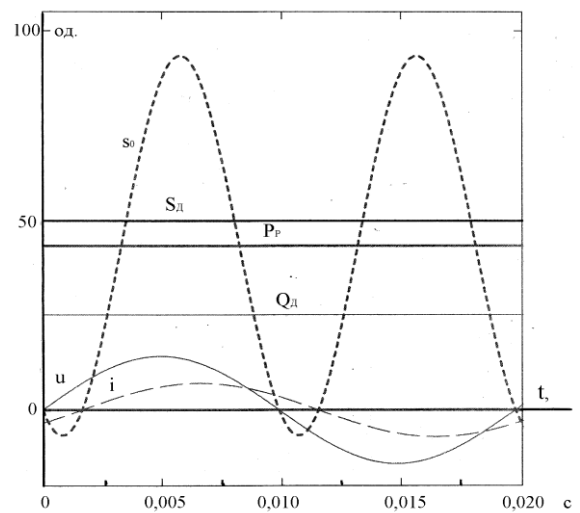
Рис.3. Схеми вмикання реактивних лічильників

За таких умов, умовно-математична модель СЕП, в згаданому раніше математичному сере-

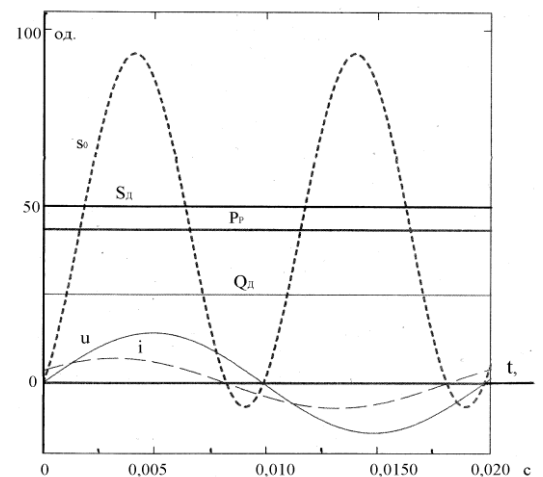
довищі представлено на рис.4.



а – струм провідності і напруга співпадають



б – струм провідності відстає від напруги



в – струм провідності випереджає напругу

Рис.4. Умовно-математична модель СЕП  
Як можна бачити, спираючись на теорему Пойтинга, формально-математична і умовно-

математична модель будь-якої ЕЕС вважає, що активна і реактивна складові електроенергії виробляється генераторами електростанцій ЕЕС і передається споживачам у вигляді двох фізично різних видів продукції, які враховуються і споживаються, також, окремо. Очевидно, що таке уявлення є помилковим – без наявності напруги не може бути струму провідності, який разом з напругою струмоведучих частин будь-якого елемента створюють в їх діелектричному середовищі електромагнітне поле – носій енергії (за твердженням [3]).

При цьому, напруга струмоведучих частин системи, залежно від полярності стискає діелектричне середовище у поперечному напрямку так, як показано на рис.5,а.

Струм провідності струмоведучих частин згаданої системи, створений напругою таких частин, розтягує діелектричне середовище системи у поперечному напрямку електропередавання так, показано на рис.5,б.

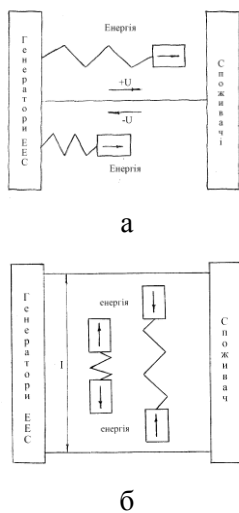


Рис.5. Робота діелектричного середовища ЕЕС  
а – дія напруги; б – дія струму провідності струмоведучих частин системи.

Спираючись на [5], кожен молекулу електрично-пружного діелектричного середовища будь-якого елемента ЕЕС, спотворену одночасною дією на її фізичний вакуум, напруги і струму провідності струмоведучих частин системи можна розглядати як квантон – елементарний об'єм фізичного вакууму, обмежений двома диполями у поздовжньому і поперечному напрямку електропередавання (рис.6).

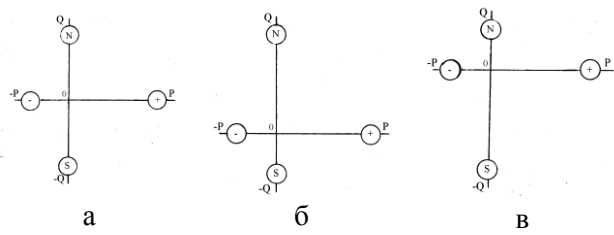


Рис.6. Диполі поляризованої молекули діелектричного середовища ЕЕС:  
а – струм провідності і напруга співпадають за фазою; б – струм відстає за фазою від напруги; в – струм випереджає за фазою напругу струмоведучих частин ЕЕС.

У поздовжньому напрямку електропередавання працює напруга, а у поперечному – струм зміщення у діелектричному середовищі.

В роботах [10, 11] «...было показано, что структура пространства имеет электромагнитную основу. Действительно, чтобы отмаркировать квант пространства, необходимо четыре маркерных точки. Я не думаю, что это чистое совпадение (случайность), но природа запланировала эти маркерные точки в виде четырех безмассовых зарядов: два электрических и два магнитных, связанных между собой парами. По сути дела, физический квант пространства — это электромагнитный квадруполь, в целом электрически нейтральная и очень энергоемкая безмассовая частица. Назовем область среды на уровне кванта пространства субпространством...». Такой спосіб маркування матеріального фізичного середовища названо квантуванням.

Кожен такий квант (спотворена молекула діелектричного середовища ЕЕС володіє електромагнітною енергією, яка може передаватись за її межі). Спираючись на принципі суперпозиції, загальне діелектричне середовище системи можна представити у вигляді квантона, який має чотири квадранти – квадруполі (рис.7).

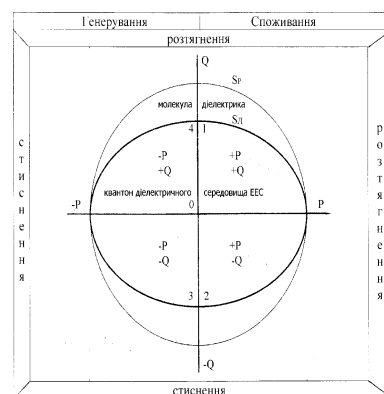
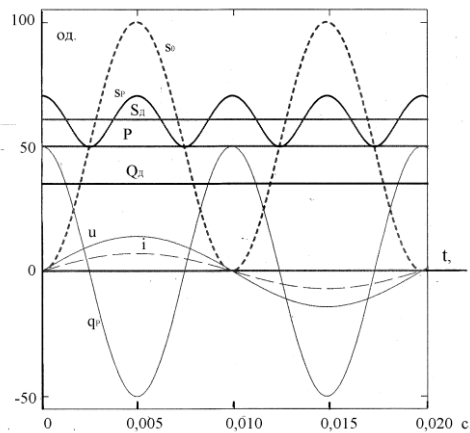


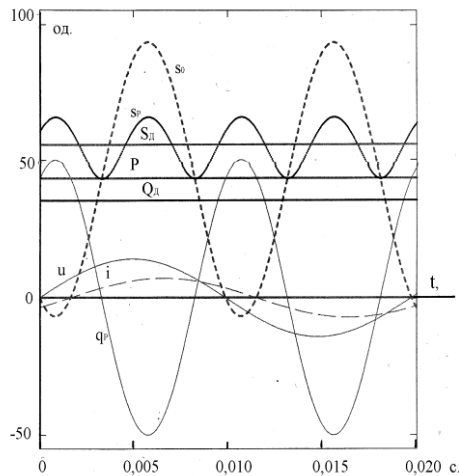
Рис.7. Енергія (потужність) квантона

Як було показано в [12, 13], у першому та другому квадруполі відбувається видача (споживання) енергії, а у третьому та четвертому її генерування, де працюють напруга і струм провідності струмоведучих частин ЕЕС. Очевидно, що у поздовжньому напрямку квантона працюють електричні сили (сили Кулона), а у його поперечному напрямку – магнітні сили (сили Кариоліса). Саме тому поле називається електромагнітним.

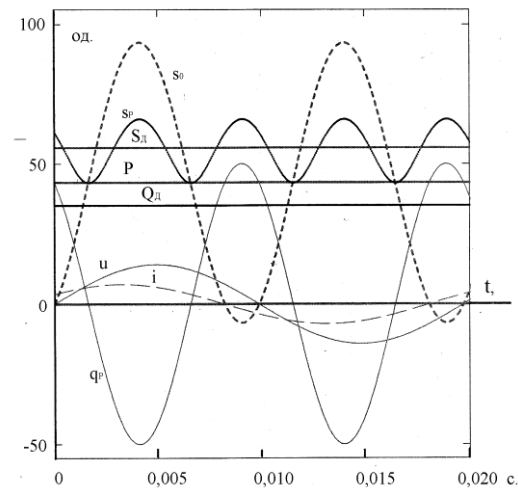
Реально-математичну модель системи електропостачання, яка спирається на таку квантову фізику, створену в математичному середовищі MANHCAD за згаданих раніше умов, представлено на рис. 8.



а – струм провідності і напруга співпадають



б – струм провідності відстає від напруги



в – струм провідності випереджає напругу

Рис.8. Реально-математична модель СЕП

### Висновки.

Зважаючи на проведені дослідження, можна зробити наступні висновки

1. Робочим інструментом будь-якого елемента будь-якої електроенергетичної системи є їх електромагнітне поле, яке створюється в електрично пружному середовищі, що оточує їх струмоведучі частини, одночасною дією на нього напруги і струму провідності згаданих частин.

2. Електромагнітне поле це такий стан згаданого електрично пружного діелектричного середовища, за якого у ньому починають, одночасно, діяти електричні сили (сили Кулона) та магнітні сили (сили Кариоліса), які можуть виконувати певний вид роботи (крутять, світять, нагрівають і т. ін.).

3. Електрична енергія (як товарна продукція електроенергетичних систем) є роботою, яку виконують синхронні генератори її електростанцій для створення різниці потенціалів на своїх затискачах – напруги, яку енергопостачальні організації, за допомогою своїх власних електричних мереж (кабельних та повітряних) постачають до приймальних пунктів в системах електропостачання конкретних споживачів. Таким чином, напругу можна вважати потенційною формою електричної (електромагнітної) енергії.

4. Теорему Пойтинга, яка є математичною основою електромагнітного поля, що створюють в діелектричному середовищі постійні напруга і струм провідності струмоведучих частин не можна, безпосередньо, застосовувати для моделювання згаданого поля за синусоїдальних напруги і струму провідності згаданих частин.

5. Математичною основою моделювання систем електропостачання за синусоїдальних напруги і струму провідності їх струмоведучих ча-

стин має бути математично перетворене рівняння (2), що спирається на теорему Пойтинга, яке передбачає заміну логіки сумування дії згаданих напруги і струму «і» логікою «або».

6. Умовно-математична модель, яка діє сьогодні у практиці електропостачання, передбачає що споживачам передається електроенергія двох окремих видів, за споживання яких нараховується окрема плата (як за активне і реактивне «споживання»), які вважаються товарною продукцією електроенергетичної системи..

7. Квантування молекули діелектричного середовища системи електропостачання (розмітка її за допомогою двох диполів) надає математичному опису електромагнітного фізичної бази.

8. Умовно-математична модель електромагнітного поля системи електропостачання не має надійного фізичного обґрунтування і має бути замінена реально-математичною моделлю.

### Список використаної літератури

1. Правила устройства электроустановок [Текст] / -Х.: Изд-во "Форт", 2009. –704 с.

2. СОУ-Н МПЕ 40.1.20.510:2006. Методика визначення економічно доцільних обсягів компенсації реактивної енергії, яка перетікає між електричними мережами електропередавальної організації та споживача (основного споживача та субспоживача) [Текст]. – Київ, 2006. – 48 с.

3. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. [Текст]: учебник / Л. А. Бессонов. – 6-е изд. – М.: Высшая школа, 1973. – 752 с.

4. Ландау, Л. Д. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика [Текст] / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц. // М.: Изд. «Наука», Главная редакция физико-математической литературы. – 1969. – 399 с.

5. Богородицкий, Н. П. Электротехнические материалы: Учебник для вузов. – 7-е издание [Текст] / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасынков, Б. М. Тареев. // - Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. Отд-ние, 1985. – 304 с.

6. ДСТУ 2843–94. Державний стандарт України. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. [Текст] / – Київ: Держстандарт України, 1995. – 36 с.

7. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]. – Минск: Издательство стандартов, 1998. – 31 с.

8. Физические явления внутреннего резонанса в электрооборудовании с обмотками высокого напряжения [Текст] / И. Р. Бучковский, М. М Молнар, А. Л. Никонец, Л. А. Никонец, М. Б.

Сабат; под. ред. Л. А. Никонца. – Львов: НВФ «Українські технології», 2012.–167 с.

9. Кириленко, О. В. Математичне моделювання в електроенергетиці [Текст] / О. В. Кириленко, М. С. Сегеда, О. Ф. Буткевич, Т. А. Мазур. –Львів: НУ "Львівська політехніка", 2010.–608 с.

10. Леонов В. С. Теория упругой квантованной среды. [Текст] / В. С. Леонов // Минск: Биспринт, 1996. – 156 с.

11. Леонов, В. С. Теория упругой квантованной среды. Часть 2. Новые источники энергии. [Текст] / В. С. Леонов // Минск: «ПолиБиг», 1997.– 122 с.

12. Дорошенко, О. І. Розроблення фізичної бази для математичного моделювання процесу електропередавання [Текст] / О. І. Дорошенко, О. В. Романюк, С. О. Борисенко // Технологический аудит и резервы производства - № 4/1[24], 2015. – С. 51–55. DOI: 10.1558/2312–8372.2015.47770.

13. Дорошенко, О. І. Про математичне моделювання систем електропостачання конкретних промислових споживачів електроенергії [Текст] / О. І. Дорошенко, М. С. Левакін // Електротехнічні та комп'ютерні системи. Наука і техніка. № 22(98), 2016. – С. 170–174.

### References

1. Rules of arrangement of electrical installations. – Kharkov: Publishing house "Fort", 2009. – 704 P.

2. SOU – N IPA 40.1.20.510.: 2006. Method of determining economically reasonable amounts of reactive power compensation, flowing between the electric networks of electricity transmission and the consumer (the main user and auspicate). – Kiev. – 2006. – 48 P.

3. Bessonov, L.F. (1973) Theoretical foundations of electrical engineering [Teoreticheskie osnovy ehlektrotekhniki], Ed. 6-that is, a Textbook for student's energy and electrotechnics. – М.: The High school, – 752 P.

4. Landau, L.D. (1960) Course of General physics. Mechanics and molecular physics. [Kurs obshchej fiziki. Mekhanika i molekulyarnaya fizika]. Izd. "Skience". Editorial of physic-mathematical literature M., 399 P.

5. Bogoroditsky, N.P., Pasinkov, V.V., Tareev, B.M. (1985) Electrometrical materials. Textbook for universities. -7-th ed.[ Elektrotekhnicheskie materialy: Uchebnik dlya vuzov] – Leningrad: Energoatomizdat. Leningrad separation., 304 P.

6. DSTU 2843-94. Th state standard of Ukraine. Electrical engineering. Basic concepts. Terms and definitions. Kiev. State standard of Ukraine, 1995/ - 66 P.

7. GOST 13109 – 97. Interstate standard. Electrical energy. Electromagnetic compatibility of technical means. Norms of quality of electric energy in power supply systems of General purpose. Minsk. Standards publishing house, 1998. - 31 P.

8. Buckovski, I. R., Molnar, M. M., Nikonets, A. L., Nikonets, L. A., Sabat, M. B. (2012) He physical phenomenon of internal resonance in electrical equipment with high voltage windings. [Fizicheskie yavleniya vnutrennego rezonansa v ehlektrooborudovanii s obmotkami vysokogo napryazheniya], Lviv: NVF "Ukrainian technologies", 167 p.

9. Kirilenko, O. V., Szeged, M. S., Butkevych, A. F., Mazur, T. A. (2010) Mathematical modeling in electric power industry [Matematichne modelyuvannya v elektroenergetyци] Lviv: Publishing of the National University "Lviv Polytechnic", 608 P.

10. Leonov, V. S. (1996) Theory of elastic quantized environment [Teoriya uprugoj kvantovanoj sredy] Minsk: Misprint, 156 p.

11. Leonov, V. S. (1997) Theory of elastic

quantized environment. Part 2. New sources of energy. [Teoriya uprugoj kvantovanoj sredy. CHast' 2. Novye istochniki ehnergii] Minsk: "Polybag", 122 C.

12. Doroshenko, O. I., Romanyuk, O. V., Borisenko, S. O. (2015) Development of physical base is for the mathematical design of process of electro-transferrableness [Rozroblennya fizychnoi bazy dlya matematichnogo modelyuvannya procehsu ehlektroprehdavannya] Technology audit and production reserves – № 4/1[24] pp. 51–55. DOI: 10.1558/2312–8372.2015.47770.

13. Doroshenko, A. I., Levakin, M. S. (2016) Mathematical modeling of power supply systems of specific industrial consumers of electricity [Pro matematichne modelyuvannya sistem ehlektropostachannya konkretnyh promyslovyh spozhivachiv ehlektroehnergii] Electrotechnical and computer systems. Sciences and technology. № 22 (98), pp. 170–174.

## ABOUT MODELING IN SUPPLY

A. I. Doroshenko<sup>1</sup>, S. A. Borisenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Odessa national Polytechnic University

<sup>2</sup>ПАТ "power Supplying company Odessaoblenergo"

**Abstract.** Discusses the variety of mathematical modeling of electromagnetic field power supply systems for specific industrial and downing to them consumers, which is their working tool. Such models in different extent based on the physics of electric power processes in these systems and used in the study of normal modes of the above-mentioned processes. The advantage over conventionally mathematical model, which is widely used in the practice of power, is really-a mathematical model based on the foundations of modern quantum physics when creating the electromagnetic field of the power system, meets the basic requirements of the theoretical foundations of electrical engineering and vastly improved understanding in business dealings power system – the electricity consumer. The essence of such electrical engineering and vastly improved understanding in business dealings power system – the electricity consumer. The essence of such modeling is the quantization of elastic molecules electrically to the system environment, in which they distorted the amount of physical vacuum (matter) mark with two mutually perpendicular dipoles created by the action of voltage and conduction current conducting parts of the system that is modeled.

**Keywords:** mathematical modeling in electric power, mathematical model of the power system, electromagnetic field, formal mathematical model, the quasi-mathematical model, real-mathematical model, the quantization of dielectric media.

## О МОДЕЛИРОВАНИИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

А. И. Дорошенко<sup>1</sup>, С. А. Борисенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Одесский национальный политехнический университет

<sup>2</sup>ПАО «Энергоснабженческая компания Одесаобленерго»



**Аннотация.** Рассматриваются разновидности математического моделирования электромагнитного поля систем электроснабжения конкретных промышленных и дорівнених к ним потребителей электроэнергии, которые в разной степени опираются на физику электроэнергетических процессов упомянутых систем и применяются при исследовании нормальных режимов таких процессов. Преимущество предоставляется реально-математической модели, которая базируется на принципах современной квантовой физики при создании электромагнитного поля электроэнергетических системы, отвечает основным требованиям теоретических основ электротехники и значительно улучшает понимание в деловых.

**Ключевые слова:** математическое моделирование в электроэнергетике, математическая модель системы электроснабжения, электромагнитное поле, формально-математическая модель, условно-математическая модель, реально-математическая модель, квантование диэлектрической среды.

Одержано 10.04.2017



**Дорошенко Олександр Іванович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту Одеського національного політехнічного університету. Просп. Шевченко, 1, Одеса, Україна, E-mail: dai1938@yandex.ua, tel. +38-067-762-95-89.

**Doroshenko Alexander**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Professor of Department of electrical and energy management Odessa national Polytechnic University. Prosp. Shevchenko, 1, Odessa, Ukraine, E-mail: dai1938@yandex.ua, тел. +38-067-762-95-89.

**ORCID: 0000-0001-5540-7025**



**Борисенко Світлана Олександрівна**, інженер-електрик, керівник проектної групи ПАТ «Енергопостачальна компанія Одесаобленерго», вул. Миколи Боровського, 28-Б, Одеса, Україна. E-mail: sab1975@list.ru, тел. +38-097-219-62-01.

**Borisenko S. A.** electrical engineer, head of project group, JSC "power Supplying company Odessaoblenergo", vul. Nicholas Borowski, 28-B, Odessa, Ukraine E-mail: sab1975@list.ru, tel. +38-097-219-62-01.

**ORCID: 0000-0002-3298-8047**