



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43056 (13) A

(51) 7 H02N1/08, G06G7/48

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПАЗОННИЙ СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРВИННИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГОСИСТЕМИ З ЕНЕРГОНОСІЯМИ РІЗНОМАНІТНОЇ ПРИРОДИ

(21) 2001010237

(22) 12.01.2001

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Бондаренко Михайло Федорович, Сліпченко Миколай Іванович, Чередніков Ілля Павлович, Чередніков Павел Ілліч

(73) ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, UA

(57) Пазонний спосіб моделювання первинних джерел енергосистеми з енергоносіями різноманітної природи, що включає інтегральну модуляцію енергоємного параметра пазонних систем електричної структури, що з'єднують відповідно до структури оригіналу, складають еквівалентні схеми зв'язків і чинних обертових сил, будують математичну модель щодо узагальнених координат, сил, швидкостей і імпульсів, складають за еквівалентною схемою та математичною моделлю, використовуючи систему електромеханічних аналогій, електричну схему пазонної моделі, знаходять за граничними відхиленнями узагальнених динамічних перемінних і параметрів параметри електричної пазонної системи, за динамічними перемінними і параметрами визначають їх критичні й амплітудні значення, складають комбіновану модель оригіналу, що включає механічну схему заміщення первинного двигуна й електричної схеми електричної машини, уводять систему аналогій між залежностями перемінних і параметрів оригіналу і моделі, відповідно до магнітного потоку та струму збудження від потокозчеплення та струму накачування, струму порушення та струму навантаження від струму потужності і струму параметрично збуджуваних коливань, швидкості обертання ротора та струму збудження від частоти і струму накачування, динамічної магнітної провідності і просторової координати від динамічної індуктивності і часу, який **відрізняється** тим, що задають напруги і частоти виходів, опори навантаження резонансних контурів первинних перетворювачів, вибирають N, де N=1, 2, 3, ..., первинних джерел і природу їхніх енергоносіїв, електричні схеми заміщення первинних двигунів, типи й електричні схеми первинних перетворювачів, складають електричні моделі первинних джерел і способи вмикання їх у структуру енергосистеми, визначають розміри основних елементів електричної схеми, магнітні електричні

та геометричні параметри первинних перетворювачів, одержують статичні і динамічні характеристики та параметри керованих нелінійних реактивностей первинних перетворювачів, визначають коефіцієнти функцій апроксимуючих реактивностей, розраховують і виконують графіки залежностей глибини модуляції m і глибини інтегральної модуляції m_u реактивностей від інтенсивності поля накачування x, визначають за графіками залежностей m(x) вихідні координати амплітуд X_u полів накачування, що відповідають максимальному граничному значенню (m→1) m_u глибини модуляції, знаходять по графіках m_u(x) вихідні значення глибини інтегральної модуляції m_u, що відповідають координатам X_u, вибирають робочі значення глибини інтегральної модуляції m_{up} відповідно до співвідношення m_{up}=(1,3... 1,6)m_u, знаходять по графіках m_u(x) значення робочих амплітуд X_p полів накачування нелінійних режимів роботи первинних перетворювачів за обраними значеннями m_{up}, установлюють частоти і потужності полів накачування первинних двигунів відповідно до обраних зон нестійкості, елементів електричних схем заміщення й амплітуд X_p, включають первинні джерела в структуру енергосистеми, параметрично збуджують стаціонарні коливання в резонансних контурах первинних перетворювачів, зменшують і регулюють нелінійності у резонансних контурах, переходять у лінійні режими і за досягнення максимальних к.к.д. первинних джерел, визначають оптимальні параметри й енергетичні режими контурів накачування, знаходять по обмеженнях припустимих межі зміни струмів, напруг змещення і частот полів накачування, одержують к.к.д. первинних джерел більше одиниці при виконанні умов

$$m > \frac{2\delta}{\omega_n L_n}, (m - \pi\delta) < 0 \text{ і відповідно до закономірності}$$

$$W = \left(W_0 + \Delta W \frac{\pi}{2} (1 + 2k) \right) \exp(m_0 - \pi\delta) t; k = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

де

$\delta = \delta_k + \delta_c$ - сума втрат резонансного контуру і внесених у цей контур;

n=0, 1, 2, 3 ... номер зони нестійкості;

ω_n і L_n - частота й індуктивність резонансного контуру;

W і W₀ - внесена і початкова енергія;

UA (11) 43056 (13) A

ΔW - збільшення енергії у резонансному контурі за період модуляції реактивності;

$m_o = m_{up}$ і $m_o = m$ - відповідні глибини модуляції для нелінійного й оптимального режимів, порівнюють, регулюють режимні параметри енергосистеми і розподіляють енергію первинних джерел між комплексним навантаженням і блоками ре-

зервування енергосистеми, знаходять з урахуванням системи електромеханічної аналогії, комбінованої моделі первинних джерел і механічних схем заміщення характеристики, параметри та конструкції механічних частин первинних двигунів, що використовують енергоносії різноманітної природи.

Винахід відноситься до області електротехніки і може бути використаний для аналогового фізико-математичного моделювання лінійних, нелінійних і нелінійно-параметричних первинних джерел з енергоносіями різноманітної природи.

Відомий спосіб математичного моделювання фізичних процесів у резонансній системі з періодичною зміною реактивності (Полное собрание трудов. Т. II. / Под ред. С.М. Рытова. - М.: АН СССР, 1947. - С.396, 89). Повний розгляд явища виникнення коливань під час параметричного збудження призводить до лінійних диференціальних рівнянь із періодичними коефіцієнтами. Наприклад, у випадку зміни ємності C системи за законом:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C} (1 + m \cos vt),$$

де

C_o - статична ємність контуру;

$m = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{C_{\max} + C_{\min}}$ - глибина модуляції ємності;

C_{\max} і C_{\min} - максимальна та мінімальна амплітуди зміни ємності;

v - генератора збудження (накачування).

Нехай маємо таке вираження для заряду:

$q = \int idt$, тоді дістанемо рівняння:

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} (1 + m \cos vt) q = 0, \quad (1)$$

де

L і R - індуктивність і активні втрати резонансного контуру.

За допомогою перетворення $q = e^{\frac{R}{2L}t}$ можна привести рівняння (1) до вигляду

$$\ddot{x} + \lambda (1 + m_1 \cos 2\tau) x = 0,$$

де

$$\ddot{x} = \frac{d^2 x}{d\tau^2}; \tau = \frac{vt}{2}; \omega_0^2 = \frac{1}{C_o}; 2\delta = \frac{R}{L};$$

$$\omega_1^2 = \omega_0^2 - \delta^2; m_1 = \frac{m\omega_0^2}{\omega_1^2}; v = \frac{2\delta}{v}; \lambda^2 = \frac{4\omega_1^2}{v}.$$

Таким чином, математична задача (модель) зводиться у розглянутому випадку до лінійного диференційного рівняння Мат'є, при цьому рішення для заряду описується виразом

$$q = C_1 e^{(h-v)\tau} \chi(\tau) + C_2 e^{-(h+v)\tau} \chi(-\tau).$$

З цього рівняння очевидно, що порушення коливань можливе за умов, коли амплітуда q буде постійно зростати, а матеріальна частина h (характеристичний показник) буде абсолютно більшою за V .

Характеристичний показник h , який визначає стійкість (або нестійкість) рішення рівняння Мат'є, залежить винятково від параметрів m і λ і якісно зображується у вигляді стійких і нестійких (заштриховані на фіг. 1) зон, розташованих біля значень

$n = \frac{2\omega_1}{V} = 1, 2, 3, \dots$, де n - номер зони нестійкості. Межі для першої зони нестійкості ($n=1$) визначаються кривими:

$$\sqrt{1 + \sqrt{\frac{m^2}{4} - 4V^2}} \geq \frac{2\omega_1}{v} \geq \sqrt{1 - \sqrt{\frac{m^2}{4} - 4V^2}},$$

для другої зони нестійкості:

$$\sqrt{4 + \frac{2}{3}m^2 + \sqrt{m^2 - 64V^2}} \geq \frac{2\omega_1}{v} \geq \sqrt{4 + \frac{2}{3}m^2 - \sqrt{m^2 - 64V^2}}.$$

Для перевірки можливості збудження електричних коливань у коливальній системі з періодичною зміною одного з реактивних параметрів необхідно виконати умову:

$$m > \frac{2}{\pi} \epsilon.$$

Під час експериментального дослідження лінійного коливального контуру з періодичною зміною параметру реактивності амплітуда коливань швидко зростала доти, поки не наставав пробій ізоляції конденсаторів контуру або провідних провідів. Для одержання стаціонарних коливань необхідно було ввести відповідну нелінійність. Проте, виходячи з матеріалів названого джерела, вихідна потужність коливального контуру не фіксувалася (мабуть, через пробой), а сам параметричний ефект не був використаний для побудови електричних машин із високим к. к. д., у тому числі більшим за одиницю. Причому, як встановлено авторами запропонованого винаходу, спочатку треба було збуджувати стаціонарні коливання в нелінійній параметричній системі, а потім зменшувати нелінійність до досягнення максимального к. к. д.

Відомий спосіб математичного моделювання змущених коливань у контурі з ємністю, що періодично змінюється (фіг. 2а) (Эткин В.С., Гермен-

зон Н.М. Параметрические системы СВЧ на полупроводниковых диодах. - М.: Сов. Радио. 1964. - С. 352, 10, 13, рис.1.5, С.25, 29). Рівняння (модель), які описують фізичні процеси, в такому контурі можна записати таким чином:

$$L \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C_0} [1 + m \sin(2\omega t + \psi)] = \varepsilon_m \sin \omega t, \quad (1a)$$

де $\varepsilon_m \sin \omega t$ – зовнішній вплив

Рішення набуває такого вигляду:

$$q = Q_0 \sin(\omega t + e).$$

Вважаємо, що система знаходиться поблизу резонансу, увівши позначення

$$2\alpha = \frac{R}{L}; \omega_0^2 = \frac{1}{LC_0} \cong \omega^2; E = \frac{\varepsilon_m}{L},$$

приведемо рівняння до такого вигляду:

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + 2\alpha \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q [1 + m \sin(2\omega t + \psi)] = E \sin \omega t.$$

Після відповідних перетворень дістанемо потужність, що виділяється на навантаженні R_n контуру:

$$P = \frac{\varepsilon^2 m R_n}{R^2 (1 - \beta^2)} (+ \cos \psi), \quad (2)$$

$$\beta = \frac{m}{2} Q \leq 1; Q = \frac{\omega L}{R} \text{ або } m \leq \frac{2R}{\omega L}, \quad (3)$$

де Q - добротність контуру.

Аналіз виразу (2) показує, що за $\beta=1$ і $\cos \psi=0$, потужність на навантаженні прагне до нескінченності, що наведено на фіг. 2б (цит. лит. Эткін В.С., Гермензон Е.М. - С. 13, рис. 1.5).

Співвідношення (3) показують, що стаціонарні коливання спостерігаються, якщо виконується третє співвідношення. Для одержання нестійких (зростаючих) коливань необхідно виконання умови

$$m > \frac{2R}{\omega L}. \quad (4)$$

Недоліками відомих технічних рішень є обмежені функціональні та структурні можливості, для практичної мети використовуються тільки питання збуджування стійких коливань у параметричному контурі, описуються тільки електронні системи.

Таким чином, Мандельштамом, Паналексі та іншими вченими було показано, що в електронній резонансній системі з реактивністю, що періодично змінюється, можливі нестійкі (експоненціально наростаючі) коливання і необмежено зростаюча потужність. Проте ці явища не були дотепер використані на практиці для одержання високих к. к. д. Систем, тобто прагнули, навпаки, одержати стійкі стаціонарні процеси.

На даний момент відомо біля двох десятків пристроїв, що мають к. к. д. більший за одиницю

(від 200 до 800%). Одним із феноменів вважається так званий ефект Біфальда-Брауна. Цей, відкритий більш ніж півстоліття тому ефект, полягає у такому: у пласкому конденсаторі, що складається з двох пластин, створюється рушійна сила, спрямована убік позитивно зарядженої пластини. Існує декілька патентів по даному ефекту (наприклад, англійський патент № 300311 від 15.02.1927, патент США № 3182206 від 01.06.1965 і ін.). У патентах Брауна Т.Т. утворювана сила пояснюється дією потенційного електричного поля. Подібна ідея прослідковується й у концепціях Тесли.

У 80-х роках А. Чернетський демонстрував вихід "вільної" енергії в устрої більше спожитої, що було підтверджено фізиком Т.Путхофом, тобто к. к. д. більше одиниці. У США запатентовано схеми, аналогічні схемі Чернетського (патенти США №№ 5416391 і 5449989). У 1995 р. у США був виданий патент Т. Каваї на винахід "Генератор сили, що рухається" (патент США № 5436518). Ефективність генератора Каваї складає 318%. Існують також інші запатентовані моделі (патент США № 4877983).

У деяких системах для одержання надлишкової потужності використовується принцип перемінного екранування й відкриття потенційного поля, тобто потенціал змінюється у часі (патент США № 3879622). Необхідно відзначити, що питома частина феноменології, непоясненої в рамках існуючих концепцій, пов'язана з поведінкою об'єктів, які володіють спином або кутовим моментом гіроскопів, роторів або електромагнітного поля.

Цікавим є патент США № 4897592: генератор надлишкової потужності при споживанні 24 кВт виробляє 220 кВт. Ефект досягається під час обертання ротора в потенційному електростатичному полі та зникає за швидкості обертання меншої визначеної швидкості обертання для досягнення ефекту говорять також інші експерименти.

Розроблені локальні системи і технології "ЮС-МАР" (м. Кишинів, Молдова, академ. Ю. Потапов) запатентовані в 42 країнах світу. Системи "ЮС-МАР" підлягали чисельним перевіркам і тестуванням у ЦСКБ (м. Самара, Росія), НВО "Конар" (м. Київ, Україна), ракетно-космічній корпорації "Енергія" (м. Москва, Росія), Національному ядерному центрі (м. Лос-Аламос, США). У результаті було з'ясовано, що на один кВт спожитої енергії система виробляє два кВт тепла.

А. Михайличенко (Включите резонанс. Дмитрук М. // Науковий світ. - К. - 1997. - № 6. - С. 26-29) послідовно з двигуном на 220 В уключив конденсатор і підключив устрій до бензинового генератора на 127 В, потужністю 0,5 кВт, на виході двигуна енергія була потужністю 1,5 кВт, струм 0,5 А, тобто к. к. д. за потужністю набагато більший за одиницю. У основі фізичного процесу був резонанс. На найкращих двигунах А. Михайличенка вдавалося збільшити їхню потужність у 10-15 разів.

Пізніше відділ теоретичних проблем РАН видав позитивний відгук на перетворювач електромагнітної енергії А. Михайличенка. У цьому документі старший науковий співробітник Н.Н. Нивеський і науковий секретар відділу А.И. Долгов написали, що перевірений ними пристрій є вкрай перс-

пективним, завдяки використанню стандартних елементів і більш низького рівня шумів порівняно з пристроєм А.В. Чернетського.

Слід зазначити, що в технічних рішеннях немає чіткого пояснення фізичних процесів, що відбуваються в них, а також не побудована, не обгрунтована і не доведена теоретична основа їхнього принципу дії, що сприяє одержанню к. к. д. більшого за одиницю.

Найближчим до запропонованого технічним рішенням є пазонний спосіб моделювання електричних машин (патент РФ № 2132786 опубл. 10.09.1999, бюл. № 25), що включає інтегральну модуляцію енергоємного параметра пазонних систем електричної структури, що з'єднують відповідно до структури оригіналу, складають еквівалентні схеми зв'язків і діючих обертових сил, будують математичну модель щодо узагальнених координат, сил, швидкостей і імпульсів, складають за еквівалентною схемою і математичною моделлю, використовуючи систему електромеханічних аналогій, електричну схему пазонної моделі, знаходять за граничними відхиленнями узагальнених динамічних перемінних і параметрів параметри електричної пазонної системи, за динамічними перемінними та параметрами визначають їх критичне й амплітудне значення, складають комбіновану модель оригіналу, що включає механічну схему заміщення первинного двигуна й електричної схеми електричної машини, вводять систему аналогій між залежностями перемінних і параметрів оригіналу і моделі, відповідно до магнітного потоку і струму збудження від поточкозчеплення і струму накачування, струму збудження і струму навантаження від струму накачування і струму параметрично збуджуваних коливань, швидкості обертання ротора і струму збудження від частоти і струму накачування, динамічної магнітної провідності і просторової координати від динамічної індуктивності і часу.

Недоліками відомого технічного рішення є теоретично необгрунтована можливість збільшення к. к. д. первинних джерел до 100% і одержання к. к. д. більшого за одиницю, обмежені функціональні можливості (моделюються тільки електричні машини), ефективно не використовуються в енергосистемі первинні джерела з енергоносіями різноманітної природи.

В основу винаходу поставлено задачу теоретичного обгрунтування можливості збільшення к. к. д. первинних джерел до більшого за одиницю, розширення функціональних можливостей і підвищення ефективності первинних джерел енергосистем з енергоносіями різноманітної природи.

Такий технічний результат досягається тим, що пазонний спосіб моделювання первинних джерел енергосистем з енергоносіями різноманітної природи, що включає інтегральну модуляцію енергоємного параметра пазонних систем електричної структури, що з'єднують відповідно до структури оригіналу, складають еквівалентні схеми зв'язків і чинних обертових сил, будують математичну модель щодо узагальнених координат, сил, швидкостей і імпульсів, складають за еквівалентною схемою та математичною моделлю, використовуючи систему електромеханічних аналогій, елект-

ричну схему пазонної моделі, знаходять за граничними відхиленнями узагальнених динамічних перемінних і параметрів параметри електричної пазонної системи, за динамічними перемінними та параметрами визначають їх критичні й амплітудні значення, складають комбіновану модель оригіналу, що включає механічну схему заміщення первинного двигуна й електричної схеми електричної машини, вводять систему аналогій між залежностями перемінних і параметрів оригіналу і моделі, відповідно до магнітного потоку і струму збудження від поточкозчеплення і струму накачування, струму збудження і струму навантаження від струму потужності і струму параметрично збуджуваних коливань, швидкості обертання ротора і струму збудження від частоти і струму накачування, динамічної магнітної провідності і просторової координати від динамічної індуктивності і часу, відповідно до винаходу задають напруги і частоти виходів опори навантаження резонансних контурів первинних перетворювачів, вибирають N , де $N=1, 2, 3, \dots$, первинних джерел і природу їхніх енергоносіїв, електричні схеми заміщення первинних двигунів, типи й електричні схеми первинних перетворювачів, складають електричні моделі первинних джерел і способи вмикання їх у структуру енергосистем, визначають розміри основних елементів електричної схеми, магнітні, електричні і геометричні параметри первинних перетворювачів, одержують статичні і динамічні характеристики і параметри керованих нелінійних реактивностей первинних перетворювачів, визначають коефіцієнти функцій, апроксимуючи реактивності, розраховують і виконують графіки залежностей глибини модуляції m і глибини інтегральної модуляції m_u реактивностей від інтенсивності поля накачування x , визначають по графіках залежностей $m(x)$ і вихідні координати амплітуд X_u полів накачування, що відповідають максимальному граничному значенню ($m \rightarrow 1$) m_n глибини модуляції, знаходять по графіках $m_u(x)$ вихідні значення глибини інтегральної модуляції m_{u0} , які відповідають координатам X_u , вибирають робочі значення глибини інтегральної модуляції m_{up} відповідно до співвідношення $m_{up}=(1,3\dots1,6)m_{u0}$, знаходять по графіках $m_u(x)$ значення робочих амплітуд X_p полів накачування нелінійних режимів роботи первинних перетворювачів по обраних значеннях m_{up} , установлюють частоти і потужності полів накачування первинних двигунів відповідно до обраних зон нестійкості, елементів електричних схем заміщення й амплітуд X_p , включають первинні джерела в структуру енергосистем, параметрично збуджують стаціонарні коливання у резонансних контурах первинних перетворювачів, зменшують і регулюють нелінійності в резонансних контурах, переходять у лінійні режими і при досягненні максимальних к. к. д. первинними джерелами визначають оптимальні параметри й енергетичні режими контурів накачування, знаходять по обмеженнях припустимі межі зміни струмів, напруг зміщення і частот полів накачування, одержують к. к. д. первинних джерел більших за одиницю при

виконанні умов $m > m > \frac{2\delta}{\omega_n L_n}$, $(m - \pi\delta) < 0$ і відповідно

до закономірності

$$W = \left(W_0 + \Delta W \frac{\pi}{2} (1 + k) \right) \exp(m_0 - \pi \delta) t; k = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

де

$\delta = \delta_k + \delta_c$ - сума втрат резонансного контуру і внесеної енергії у цей контур;

$n = 1, 2, 3, \dots$ - номер зони нестійкості;

ω_n і L_n - частота й індуктивність резонансного контуру;

W і W_0 - внесена і початкова енергія;

ΔW - збільшення енергії у резонансному контурі за період модуляції реактивності;

$m_0 = m_{up}$ і $m_0 = m$ - відповідні глибини модуляції для нелінійного та оптимального режимів, порівнюють, регулюють режимні параметри енергосистеми та розподіляють енергію первинних джерел між комплексним навантаженням і блоками резервування енергосистеми, знаходять з урахуванням системи електромеханічної аналогії, комбінованої моделі первинних джерел і механічних схем заміщення характеристики, параметри та конструкції механічних частин первинних двигунів, що використовують енергоносії різноманітної природи.

Розвиток і впровадження нового напрямку енергетики, пов'язаного з розробкою високоефективних енергозберігаючих та з високим к. к. д. первинних джерел енергосистеми з енергоносіями різноманітної природи, гальмуються у силу того, що у даний час відсутнє теоретичне обґрунтування одержання к. к. д. більшого за одиницю первинних джерел і методи проектування, не використовуються для їхньої побудови збуджування коливань у вищих зонах нестійкості рішення рівняння Матьє й акумуляція енергії.

Зміст запропонованого винаходу пояснюється кресленнями:

фіг. 1 - зони нестійкості (заштриховані) рішення рівняння Матьє;

фіг. 2 - періодична зміна ємності (а) і потужності (б) у резонансному контурі;

фіг. 3 - електрична модель (схема) трифазного первинного джерела з електричною схемою заміщення первинного двигуна (а) і електричною схемою первинного перетворювача (б);

фіг. 4 - комбінована схема трифазного первинного джерела з механічною схемою заміщення первинного двигуна (а) і електричною схемою первинного перетворення (б);

фіг. 5 - експериментальна (суцільна) основна й аналітична (пунктирна) середня крива перетворення і диференційний коефіцієнт перетворення (б);

фіг. 6 - глибина модуляції (крива 1) і глибина інтегральної модуляції (крива 2);

фіг. 7 - лінійна (крива 1) і нелінійна (криві 2 і 3) модуляція динамічної круткості (а), стрибкоподібні зміни круткості (б), зміни струму (в) і енергії (г) у резонансному контурі первинного перетворювача.

Зміст пазонного моделювання первинних перетворювачів енергосистеми з енергоносіями різноманітної природи полягає в такому. Вибирають N , де $N = 1, 2, 3, \dots$ первинних перетворювачів різноманітної природи (гідро-, газо-, паро-, вітро- або інші рушії).

Базою первинних перетворювачів є регенеративні підсилювачі-перетворювачі, що одночасно з посиленням перетворюють частоту генератора на качування (далі - накачування) (див.: цит. літ. Еткін В.С., Гершензон Е.Н. - С. 29). Задають напругу U_k і частоти ω_k виходів, опори навантаження R_k резонансних контурів первинних перетворювачів, вибирають N (де $N = 1, 2, 3, \dots$) первинних джерел і природу їхніх енергоносіїв, електричні схеми заміщення первинних двигунів, що подають собою різновиду турбін із валом і системи її регулювання (повороти лопаток, стабілізація і т. п.). Відповідно до статистики, 80% електроенергії виробляється традиційними електрогенераторами, що перетворюють механічну обертальну енергію в електричну. Вибирають електричні схеми первинних перетворювачів (електрогенераторів), типи яких можуть бути одноконтурними, багатоконтурними, однофазними або багатозначними. Об'єднують електричні схеми заміщення первинних двигунів і електричні схеми первинних перетворювачів в електричні моделі (схеми) первинних джерел.

Варіант електричної схеми 3-фазного первинного джерела (фіг. 3) включає електричну схему заміщення первинного двигуна (контур накачування), що містить генератор накачування 1, джерело зсуву 2, фазообертачі 3 і 4. Фази коливань фазообертачів 3 і 4 зрушені щодо фази генератора накачування 1, відповідно, на 120° і 240° . Електрична схема (фіг. 3б) первинного перетворювача містить три резонансних контури, індуктивно пов'язаних із контуром накачування, що дозволяє на виходах контурів А, В, С одержати коливання, зрушені по фазі щодо один одного на 120° . На фіг. 4 наведена комбінована схема (модель) первинного джерела з механічною схемою заміщення первинного двигуна (а) і електрична схема первинного перетворювача (б). На фіг. 4 зсув фаз А, В, С умовно показаний нахилом індуктивних зв'язків фаз первинного двигуна і первинного перетворювача. Вибирають засоби вмикання первинних джерел у структуру енергосистеми.

Визначають розміри основних елементів електричної схеми, магнітні, електричні та геометричні параметри первинних перетворювачів, одержують експериментальні статичні та динамічні характеристики та параметри керованих нелінійних реактивностей первинних перетворювачів. За експериментальними характеристиками визначають коефіцієнти функцій апроксимуючої реактивності.

Нелінійні реактивності первинних перетворювачів звичайно характеризують відгуком (реакцією, координатою стана) - у на зовнішній вплив (накачування) - x і крутизною (передатною функцією або коефіцієнтом перетворення) характеристики - s . Залежність (характеристику) $y = s x$ називають матеріальним рівнянням або рівнянням (функцією) перетворення, що може бути лінійною, нелінійною, однозначною або багатозначною (петля гістерезиса).

На фіг. 5а наведена експериментальна (суцільна) основна крива й аналітична (пунктирна) середня крива перетворення, розрахована відповідно до функції апроксимації у вигляді гіперболічного синуса

$$x = \alpha \operatorname{sh} \beta y, \quad (5)$$

де α і β - коефіцієнти апроксимації.

Подібні форми характеристик мають основні і середні криві: намагнічування, поляризації сегнетоелектриків, напруженості у твердому тілі при деформації й інші. Аналітична диференціальна крутість характеристики (диференційний коефіцієнт перетворення) $s_d = \frac{dy}{dx}$ наведена на фіг. 5б, аналогічні криві мають диференціальні: магнітна і діелектрична проникності, модуль Юнга й інші. У режимі насичення нелінійних реактивностей диференціальна крутість характеристики приймає мінімальне граничне значення S_n (фіг. 5б).

У методі припасовування широко використовується кусочно-лінійна апроксимація, при цьому основна крива перетворення апроксимується трьома лінійними ділянками (фіг. 5а). Тип режиму накачування позначений індексами, що відповідають послідовним станам реактивності у часі. Режим на ділянці 0...1 відповідає слабкому полю накачування $x \leq X_1$, у реактивності відбуваються пружні (оборотні) процеси. При синусоїдальному накачуванні $x = X_m \sin \omega t$, де ω - частота генератора накачування, відгук реактивності (динамічна крутість $s_\tau = s_d(t)$) і її зміна (модуляція) будуть також синусоїдальними.

На другій ділянці 1...2, який відповідає середньому полю накачування $x \in X_1 \dots X_2$, відбуваються непружні (необоротні) процеси, третій ділянці 2...3 (сильні поля накачування $x \in X_2 \dots X_3$) знову відповідає остаточний процес. Під час названого процесу глибина модуляції $m(x)$ на ділянці 0... X_1 , змінюється лінійно (фіг. 6, крива 1), на ділянці $X_1 \dots X_2$ глибина модуляції змінюється нелінійно та досягає максимального граничного значення (при прагненні до одиниці) m_n за розміром амплітуди накачування рівної X_2 . З урахуванням обраної апроксимації (5) нелінійності, динамічна крутість визначається за формулою:

$$s_\tau = \frac{s_0}{\operatorname{ch}(\beta x_m \sin \omega t)}, \quad (6)$$

де s_0 - статична крутість.

На фіг. 7а наведені розраховані за формулою (6) криві 1, 2, 3 динамічної крутості відповідно для граничних значень обраних ділянок поля накачування $X_m = 0,5; 4,0; 10,0$. З цих кривих очевидно, що з ростом амплітуди накачування X_m , збільшується глибина модуляції динамічної крутості та зменшується площа, обмежена кривою динамічної крутості і віссю часу - інтегральна крутість

$$s_u = \int_0^T s_\tau(t) dt, \text{ де } T - \text{період модуляції крутості. На}$$

першій ділянці динамічна крутість змінюється за гармонійним законом (фіг. 7а, крива 1), при цьому розмах зміни динамічної крутості s_τ дорівнює $\Delta s_\tau = s_{\max}$, де $s_{\max} = s_0$

За великих амплітуд накачування $X_m \geq 4,0$ доводиться зважувати на нелінійну характеристику $y(x)$, розмах зміни динамічної крутості $\Delta s_\tau = s_{\max} - s_{\min 2}$ і глибина модуляції вже досягли граничних значень S_n і більше не змінюється. При $X_m \geq 4,0$

спостерігається істотно нелінійний режим і глибина модуляції $m(x)$ утрачає фізичний зміст. Подальше збільшення X_m пов'язане з пропорційною зміною інтегральної s_u , крутості, що можна розглядати як фізичну величину, що характеризує внутрішні процеси в реактивності. Уведемо розміри (площі) $s_{u\max} = s_0 T$, $s_{u\min} = s_u i$, відповідно, розмах зміни інтегрального параметра, що дорівнює $\Delta s_u = s_0 T = s_u i$ й ефективність інтегральної (інтегральної глибини) модуляції m_u визначаємо як відношення Δs_u до максимального значення інтегрального параметра за період його зміни:

$$m_u = \frac{\Delta s_u}{s_0 T} = 1 - \frac{s_u}{s_0 T} \text{ або } m_u = 1 - \frac{s_{u\text{ср}}}{s_0},$$

де $s_{u\text{ср}} = \frac{s_u}{T}$ - середнє значення інтегрального параметра.

На фіг. 6 наведена залежність $m_u(x)$ (крива 2).

Розглянемо механізм і закономірність одержання к. к. д. більшого за одиницю. Нехай у коливальному контурі індуктивність змінюється за гармонійним законом (фіг. 7а, крива 1), що при описі параметричного порушення коливань подають у виді стрибкоподібної зміни $2\Delta L = L_{\max} - L_{\min}$ (фіг. 7б), де $L_{\max} = L_0 + \Delta L$, $L_{\min} = L_0 - \Delta L$; L_0 - середнє значення індуктивності. У контурі є струм i_k (фіг. 7в, крива 1),

що визначає початкову енергію $W_0 = \frac{L_0 i_k^2}{2}$, запа-

сену у магнітному полі контуру. Якщо зменшити індуктивність контуру на розмір $2\Delta L$ у ті моменти, коли струм у контурі досягає позитивного або негативного амплітудного значень, то індуктивний опір періодично зменшується на розмір $\Delta X_L = 2\omega \Delta L$.

Отже, струм контуру зростає періодично на розмір Δi у моменти $\frac{\pi}{2}, \frac{3}{2}\pi, \frac{5}{2}\pi, \dots$ або $\frac{\pi}{2}(1+2k)$, $k=0, 1, 2, 3, \dots$ по стрибкоподібному закону (фіг. 7в, крива 2). Зростає в ці ж моменти стрибком і енергія у контурі на розмір $\Delta W = 2\Delta L \frac{i_k^2}{2}$ або з урахуванням

$$\frac{i_k^2}{2} = \frac{W_0}{L_0} \text{ одержимо } \Delta W = W_0 \frac{\Delta L}{2L_0} = W_0 m. \text{ Цей ви-}$$

раз є класичною умовою при $L_0 \gg \Delta L$. Графік стрибкоподібної зміни енергії в контурі наведений на фіг. 7в (суцільна крива). Повернення індуктивності у вихідне положення (стан) роблять у моменти $k\pi$ ($k=0, 1, 2, 3, \dots$), коли струм у контурі дорівнює нулю, оскільки у цьому випадку магнітна енергія контуру також дорівнює нулю і збільшення індуктивності її не зменшує (не впливає на електричну енергію у контурі).

Таким чином, повна внесена енергія W_n коливального контуру рівна енергії індуктивності при максимальному значенні струму у контурі, рівному

$$i_{\max} = \left(i_k + \Delta i \frac{\pi}{2} (1+2k) \right), \text{ періодично збільшується}$$

та через кожний період модуляції індуктивності визначається виразом $W_n = (W_0 + \Delta W \frac{\pi}{2} (1+2k))$. Закономірність вкладення та добору енергії в пер-

винних перетворювачах залежить від глибини модуляції $m(\Delta W=W_0m)$ й інтегральної модуляції $m_u(\Delta W \approx W_0m_u)$, а також від власних δ_k і внесених δ_b втрат і внесена енергія визначається відповідно до закономірності:

$$W = W_n \exp(m_0 - \pi\delta)t, \quad (7)$$

де $m_0=m_u$ - для нелінійного і $m_0=m$ - для лінійного контуру первинного перетворювача, $\delta=\delta_k+\delta_b$ - повні втрати в контурі.

Аналіз виразу (7) демонструє, що для нелінійного випадку характерні два режими: $(m_u-\pi\delta)$ - загасання у контурі і $(m_u-\pi\delta=0)$ - стаціонарні коливання у відповідній зоні нестійкості. Для лінійного випадку - три режими: $(m-\pi\delta)>0$; $(m-\pi\delta)=0$ і третій $(m-\pi\delta)<0$ - відповідає нестійкому стану, тобто зростанню коливань і, відповідно, енергії у системі за експоненціальним законом (7). У реальних лінійних режимах при гармонійній зміні індуктивності (фіг. 7а, крива 1) струми первинних перетворювачів нарастають не стрибкоподібно, а гармонійно (фіг. 7в, пунктирна крива) і, відповідно, плавно зростає енергія (фіг. 7г, пунктирна крива). Обмеження струмів і енергії здійснюють шляхом введення нелінійності.

Визначають за графіками залежності $m(x)$ вихідні координати амплітуд поля накачування X_u , що відповідають значенню глибини модуляції при $m \rightarrow 1$ m_n . На фіг. 7г такою координатою є значення амплітуди $X_u=X_2$. За графіком $m_u(x)$ знаходять вихідне значення глибини інтегральної модуляції m_u , відповідне знайденої координаті X_u . На фіг. 6 амплітуді X_2 відповідає розмір $m_u=m_{u2}$. Вибирають робочі значення глибини інтегральної модуляції m_{up} , що забезпечують нелінійні режими із співвідношення $m_{up}=(1, \dots, 1,6)$. Знаходять значення робочих амплітуд X_p полів накачування нелінійних режимів первинних перетворювачів за відповідними значеннями m_{up} і графіками $m_u(x)$.

Формулюють загальні вимоги до контурів накачування первинних двигунів різноманітної природи, установлюють частоти і потужності полів накачування відповідно до обраних зон нестійкості

$$\omega = \frac{2\omega_k}{n}, \quad \text{де } n=1, 2, \dots - \text{номер зони нестійкості,}$$

елементам електричних схем заміщення і робочим амплітудам X_p . Включають первинні джерела в структуру енергосистеми. Параметрично збуджують стаціонарні коливання в резонансних контурах первинних перетворювачів, зменшують і регулю-

ють нелінійності у резонансних контурах і переходять у лінійні режими.

За досягненням максимальних к. к. д. первинних джерел визначають оптимальні параметри й енергетичні режими контуру накачування. Знаходять по обмеженнях припустимі межі зміни потужностей, струмів, напруг зміщення і частот полів накачування. При умовах $m > m > \frac{2\delta}{\omega_n L_n}$, де $n=1, 2,$

3, ... - номер зони нестійкості і $(m-\pi\delta)<0$, причому $m_0=m_{up}$ і $m_0=m$, відповідно, для нелінійного та й оптимального режимів к. к. д. може бути більшим за одиницю відповідно до закономірності (6). Порівнюють, регулюють режимні параметри енергосистеми і розподіляють енергію первинних джерел між комплексним навантаженням і блоками резервування енергосистеми.

Знаходять з урахуванням системи електро-механічної аналогії комбінованої моделі первинних джерел (фіг. 4) і механічних схем заміщення (фіг. 4а) характеристики, параметри і конструкції механічних частин первинних двигунів (відповідних турбін) для використання енергоносіїв різноманітної природи.

1. У первинних джерелах у межах припустимих змін струму і частоти накачування (первинних двигунів) можливі параметричні зонні (пазонні) коливання у визначеній смузі частот поблизу ча-

$$\text{стот } \omega_k = \frac{n\omega}{2}, \quad \text{причому смуга частот може скла-}$$

дати 5...10% щодо резонансної. Крім того, до форми коливань накачування (сили збуджування первинних двигунів) жорстких вимог не подається, збуджування може бути синусоподібним і прямокутним, трапецієподібним або трикутним.

2. Встановлені умови та закономірність механізму одержання к. к. д. більшого за одиницю засновані на законах зберігання, у тому числі і другому законі термодинаміки, з урахуванням якого первинний перетворювач є відкритою системою, зміна в ньому енергоємного параметру призводить до збільшення енергії за рахунок зовнішнього джерела.

3. Запропонований метод моделювання первинних джерел дозволяє по-новому підійти до дослідження властивостей і проектування первинних джерел енергосистеми з енергоносіями різноманітної природи. Результати запропонованого винаходу дозволять створювати енергосистеми новою типу й абсолютно нешкідливі для навколишнього середовища.

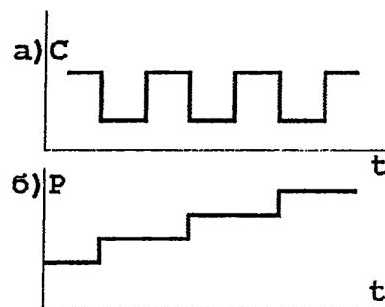
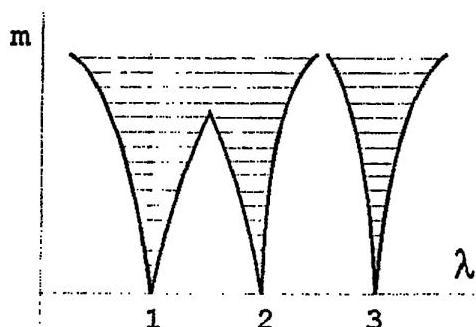
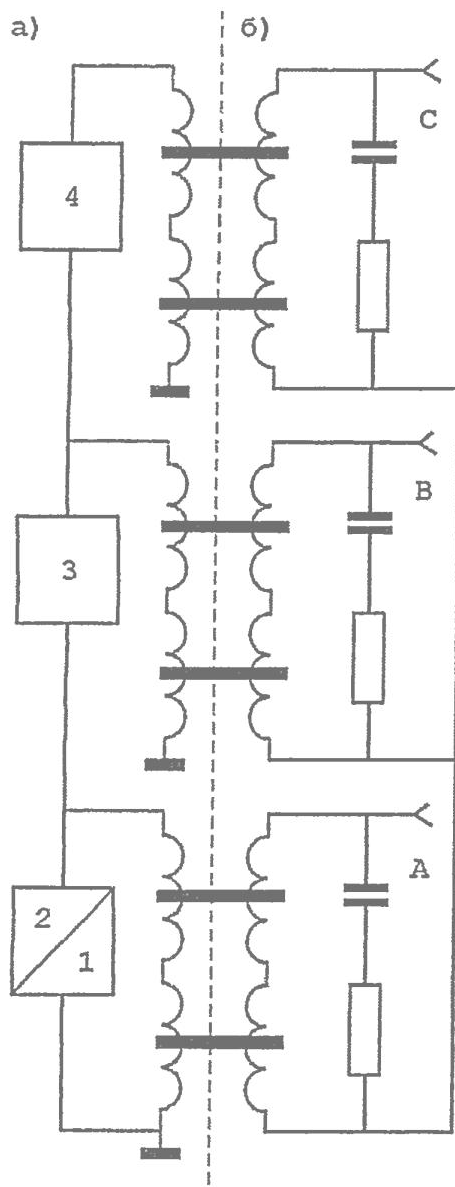
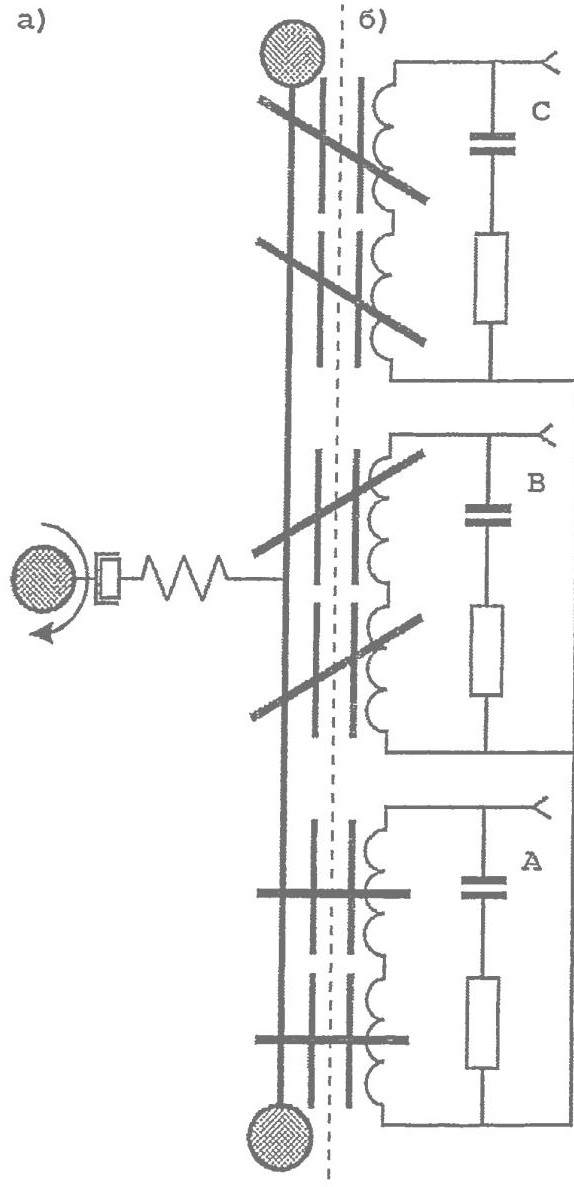
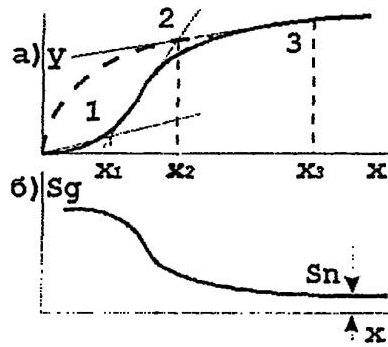
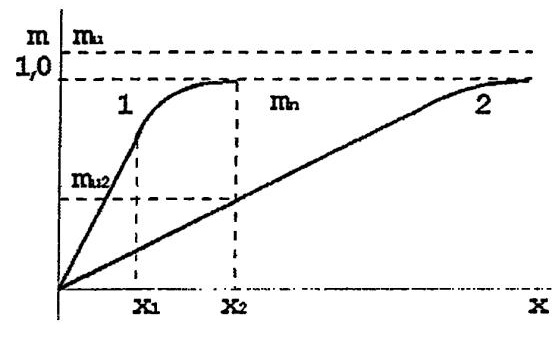


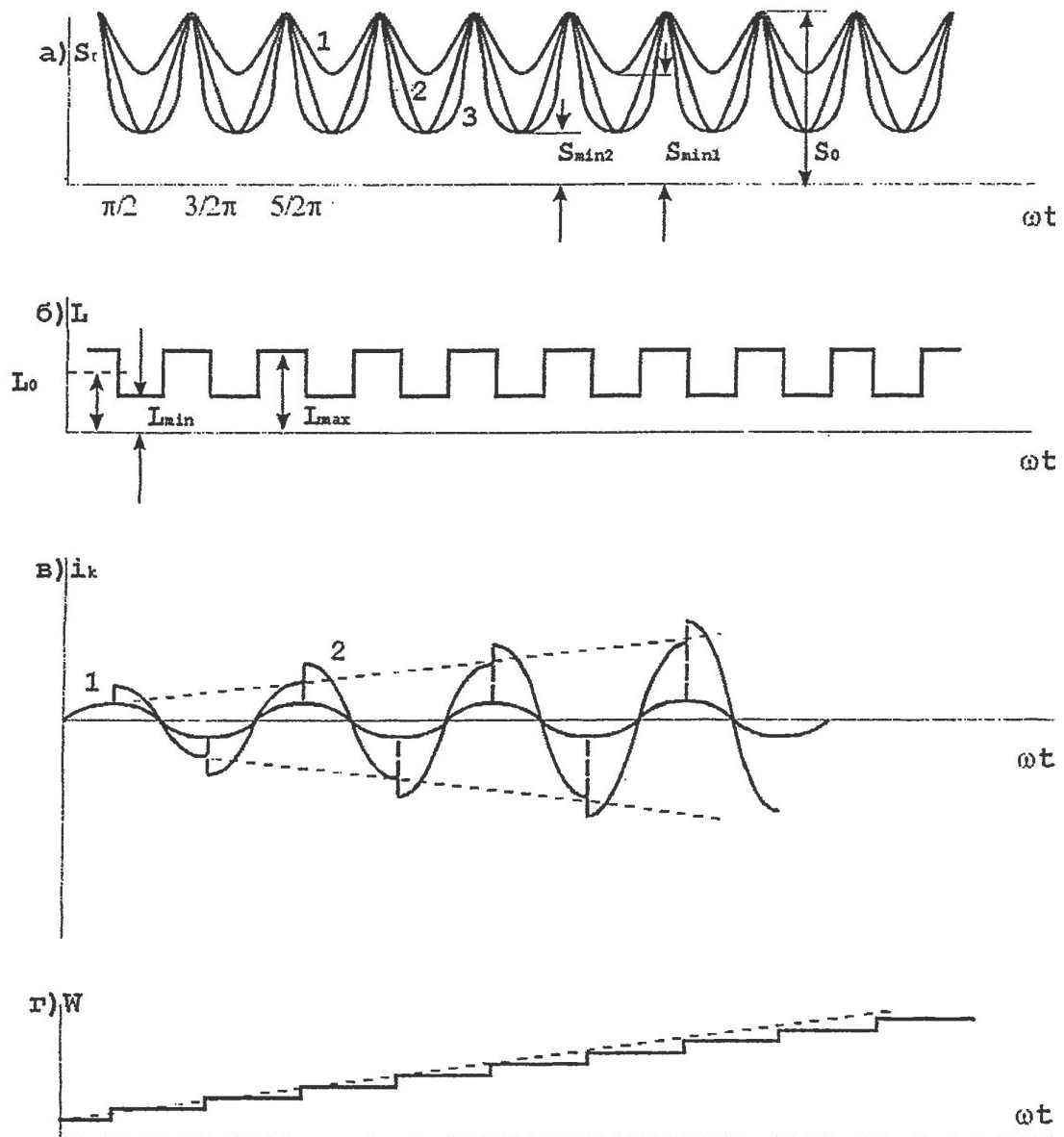
Fig. 1**Fig. 3****Fig. 2****Fig. 4**



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
