



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38848 (13) A

(51) 7 A61N1/36

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯТОР (ВАРІАНТИ)

(21) 2000116173

(22) 01.11.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Розорінов Георгій Миколайович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ"

(57) 1. Електростимулятор, що містить послідовно з'єднані задаючий генератор, формувач імпульсів, регулятор амплітуди, підсилювач потужності і трансформатор, до вторинної обмотки якого підключені лікувальні електроди, який **відрізняється** тим, що між формувачем імпульсів і регулятором амплітуди введений елемент частотної селекції, а задаючий генератор виконаний у вигляді формувача безперервної випадкової у часі послідовності імпульсів з рівномірною спектральною щільністю потужності.

2. Електростимулятор, що містить послідовно з'єднані задаючий генератор, формувач імпульсів, регулятор амплітуди, підсилювач потужності і трансформатор, до вторинної обмотки якого підключені лікувальні електроди, який **відрізняється** тим, що між формувачем імпульсів і регулятором амплітуди введений елемент частотної селекції, а задаючий генератор виконаний у вигляді формувача псевдовипадкової у часі послідовності імпульсів максимальної довжини.

3. Електростимулятор, що містить послідовно з'єднані задаючий генератор, формувач імпульсів, регулятор амплітуди, підсилювач потужності і трансформатор, до вторинної обмотки якого підключені лікувальні електроди, який **відрізняється** тим, що між формувачем імпульсів і регулятором амплітуди введений елемент частотної селекції, а задаючий генератор виконаний у вигляді формувача періодичних у часі посилок імпульсів псевдовипадкової частоти.

Винахід належить до медичної техніки, зокрема, до імпульсних електростимуляторів і призначений для використання у фізіотерапевтичній практиці, наприклад, для лікування дитячих церебральних паралічів.

Відомі електростимулятори, що містять задаючий генератор, формувач імпульсів з регулятором амплітуди, підсилювач потужності і трансформатор, до вторинної обмотки якого підключені лікувальні електроди (див. наприклад, а. с. СССР № 556814 по кл. А61N 1/36 за 1977 г. БИ № 17, а. с. СССР № 799769 по кл. А61N 1/36 за 1981 г. БИ № 4, а. с. СССР № 1169669 по кл. А61N 1 36 за 1985 г. БИ № 28, а. с. СССР № 1242185 по кл. А61N 1 36 за 1986 г., БИ № 25, пат. США № 4124030 по кл. 128-422 за 1978 г. англ. пат. № 1376047 по кл. А5R за 1974 г.).

Принцип дії відомих електростимуляторів заснований на формуванні детермінованої послідовності імпульсів струму регульованої амплітуди, тривалості та частоти повторення, якими збуджуються лікувальні електроди. Лікувальні електроди щільно накладаються на об'єкт стимуляції.

Однак, стимулююча дія при використанні цих електростимуляторів невелика, особливо на пацієнтів з порушеннями функцій спинного мозку.

Як прототип вибраний електростимулятор, що містить послідовно включені задаючий генератор, формувач імпульсів, регулятор амплітуди, підсилювач потужності і трансформатор, до вторинної обмотки якого підключені лікувальні електроди (див. а. с. СССР № 1355291 по кл. А61N 1 36 за 1987 г.).

Принцип дії прототипу заснований на формуванні детермінованої послідовності прямокутних імпульсів напруження низької частоти. Ці імпульси посилюються з потужності, регулюються з амплітуди і подаються в первинну обмотку трансформатора. Несиметричними двополярними, імпульсами струму, що знімаються з вторинної обмотки трансформатора, впливають на проекцію осередку ураження.

До недоліків прототипу відносяться невисока терапевтична ефективність електростимуляції удітей з церебральними паралічами, у пацієнтів з паралегією після ускладненої травми хребта і порушеннями функції спинного мозку, та у постінсультних хворих з геміплегією, а також наявність больових відчуттів і адаптаційних ефектів під час проведення електростимуляції. Це пов'язано з тим, що незважаючи на первинний позитивний результат лікування, здійснюваного як правило

протягом двох тижнів з годинними щоденними процедурами, спастичність центрального генеза поступово повертається до початкового рівня.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити електростимулятор шляхом виконання генератора у вигляді формувача випадкової у часі послідовності імпульсів, що дозволяє підвищити терапевтичну ефективність електростимуляції у дітей з церебральними паралічами, у пацієнтів з параплегією після ускладненої травми хребта і порушеннями функції спинного мозку, і у постінсультних хворих з геміплегією, яка виявляється у вигляді збільшення тривалості позитивного ефекту, а також шляхом обмеження скважності стимулюючих імпульсів, що забезпечує зменшення болевих відчуттів і адаптаційних ефектів під час електростимуляції.

Поставлена задача вирішується тим, що в електростимуляторі, який містить послідовно з'єднані задаючий генератор, формувач імпульсів, регулятор амплітуди, підсилювач потужності і трансформатор, до вторинної обмотки якого підключені лікувальні електроди, новим є те, що між формувачем імпульсів і регулятором амплітуди введений елемент частотної селекції, а задаючий генератор виконаний у вигляді формувача безперервної і випадкової у часі послідовності імпульсів з рівномірною спектральною щільністю потужності.

Поряд з цим варіантом, задаючий генератор виконаний у вигляді формувача псевдовипадкової у часі послідовності імпульсів максимальної довжини.

Поряд з цим варіантом, задаючий генератор виконаний у вигляді формувача періодичних у часі посилок імпульсів псевдовипадкової частоти.

Виконання задаючого генератора у вигляді формувача випадкової у часі послідовності імпульсів і введення елемента частотної селекції дозволяє підвищити терапевтичну ефективність електростимуляції у дітей з церебральними паралічами, у пацієнтів з параплегією після ускладненої травми хребта і порушеннями функції спинного мозку, і у постінсультних хворих з геміплегією, а також зменшити болові відчуття і адаптаційні ефекти під час електростимуляції.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 показана структурна схема електростимулятора; на фіг. 2 - часові діаграми його роботи; на фіг. 3 - спектральна щільність потужності випадкової послідовності імпульсів; на фіг. 4 - електрична схема формувача псевдовипадкової у часі послідовності імпульсів максимальної довжини, на фіг. 5 - електрична схема формувача періодичних у часі посилок імпульсів псевдовипадкової частоти; на фіг. 6 - часові діаграми роботи формувача, показаного на фіг. 3.

Електростимулятор містить послідовно з'єднані задаючий генератор 1, формувач 2 імпульсів, елемент 3 частотної селекції, регулятор 4 амплітуди, підсилювач 5 потужності і трансформатор 6, до вторинної обмотки якого підключені лікувальні електроди 7 (фіг. 1).

Задаючий генератор 1 виробляє випадковий сигнал U_1 , з всіх нуля-перетинів якого за допомогою формувача 2 імпульсів формується послідовність U_2 , наприклад, позитивних імпульсів однакової тривалості (приблизно 0,4 мс) (фіг. 2). Задаю-

чий генератор і може бути зібраний, наприклад, за схемою, яка приведена в книзі Р. Фелпс. 750 практических электронных схем: Справочное руководство Пер. з англ. В.А. Логинова. - М.: Мир, 1986. - 584 с. (див. С. 228). Джерелом випадкового сигналу в цій схемі є р-п перехід транзистора. Інша частина схеми являє собою підсилювач напруги. Спектральна щільність потужності послідовності U_2 має постійне значення W в робочому (низько-частотному) діапазоні частот (фіг. 3).

Послідовність імпульсів U_2 подається до елемента 3 частотної селекції, за допомогою якого з неї усуваються імпульси, що слідує з частотою, наприклад, нижче за 10 Гц і вище за 140 Гц. Це дозволяє зменшити болові відчуття і в той же час впливати на швидкі і повільні м'язові волокна. Як елемент 3 частотної селекції може бути використаний, наприклад, смуговий фільтр, описаний в книзі Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем. - М.: Мир, 1982. - 512 с. (див. С. 213). Послідовність U_3 що знімається з виходу елемента 3, через регулятор 4 амплітуди, подається до входу підсилювача 5 потужності. У якості регулятора 4 амплітуди може бути використаний змінний опір, включений між виходом елемента 3 і загальною шиною. Виходом регулятора 4 є його движок. Як підсилювач 5 потужності може бути використаний підсилювач постійного струму, індуктивним навантаженням якого є підвищуючий трансформатор 6. В результаті на вторинній обмотці трансформатора 6 формується послідовність двополярних імпульсів U_6 різної амплітуди, але однакової площі (енергії), в якій відсутня постійна складова (що викликає болові відчуття). Імпульси U_6 за допомогою лікувальних електродів 7 впливають на проекцію осередку ураження на поверхні тіла людини. Випадковий вплив імпульсами з рівномірним розподілом потужності в найбільшій мірі відображає природні електричні потоки в організмі людини і дає пролонгований лікувальний ефект.

Поряд з цим варіантом задаючий генератор 1 може бути виконаний у вигляді формувача псевдовипадкової у часі послідовності імпульсів максимальної довжини (фіг. 4). Перевага псевдовипадкових послідовностей полягає в тому, що вони дають результати, які повторюються (які відтворюються) і забезпечують зняття осцилограм. Формувач псевдовипадкової послідовності максимальної довжини складається з генератора 8 тактових імпульсів, регістра 9 зсуву і двовходового елемента ВИКЛЮЧАЮЧИЙ АБО 10. Вихід генератора 8 приєднаний до синхронізуючого входу регістра 9. Виходи к-го і n-го розрядів регістра 9 об'єднані входами елемента ВИКЛЮЧАЮЧИЙ АБО 10. Вихід елемента 10 з'єднаний з інформаційним входом регістра 9 і є виходом формувача.

Псевдовипадкова послідовність імпульсів максимальної довжини містить всі можливі комбінації з двох символів, за винятком єдиної забороненої комбінації, тобто число комбінацій $N=2^n-1$, де n - максимальне число розрядів регістра (див. книгу Лезин Ю.С. Оптимальные фильтры и накопители импульсных сигналов. 2-е изд. - М.: Советское радио, 1969. - 448 с. - на с. 153-156). Цілим числом n відповідають декілька чисел k (розрядів регістра), при яких утвориться псевдовипадкова послідов-

ність максимальної довжини, наприклад (див. таблицю):

Таблиця

n	5	5	6	6	7	7	9	9	10	10	11	11
k	2	3	1	5	1	6	4	5	3	7	2	9

У залежності від числа розрядів n конкретного регістра за таблицею визначається розряд k відведення.

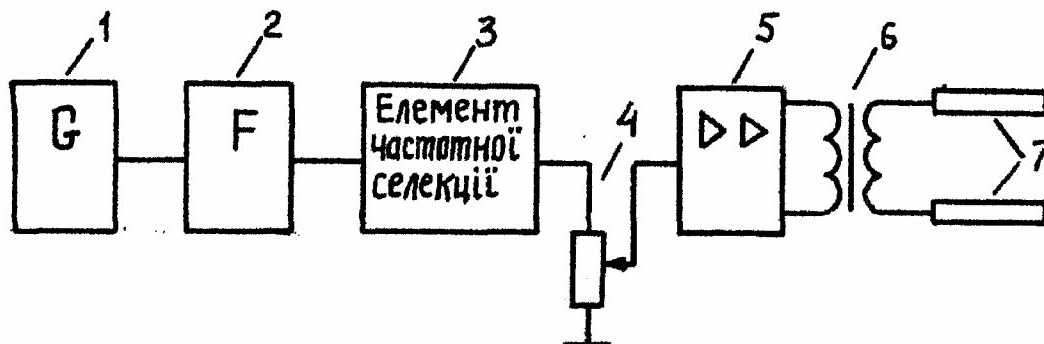
Поряд з цим варіантом задаючий генератор 1 може бути виконаний у вигляді формувача періодичних у часі посилок імпульсів випадкової частоти. Такі посилки дозволяють забезпечити селективний вплив на м'язові волокна при збереженні ефектів зменшення больових відчуттів і адаптації під час процедури.

Формувач періодичних у часі посилок імпульсів випадкової частоти містить генератор 1 тактових імпульсів, лічильник-дільник частоти 12, регістр 13 зсуву, двовходовий елемент ВИКЛЮЧАЮЧИЙ АБО 14 і лічильник 15 з модулем перелічення, що перемикається (фіг. 5). Вихід генератора 11 приєднаний паралельно до лічильного входу лічильника-дільника 12 і синхронізуючого входу лічильника 15. Вихід лічильника-дільника 12 підключений паралельно до синхронізуючого входу регістра 13 і до інверсного установочного входу лічильника 15. Виходи k -го і n -го розрядів регістра 13 об'єднані входами елемента ВИКЛЮЧАЮЧИЙ АБО 14. Вихід елемента 14 з'єднаний: інформаційним входом регістра 13. L виходів регістра 13 приєднані до такого ж числа входів паралельного

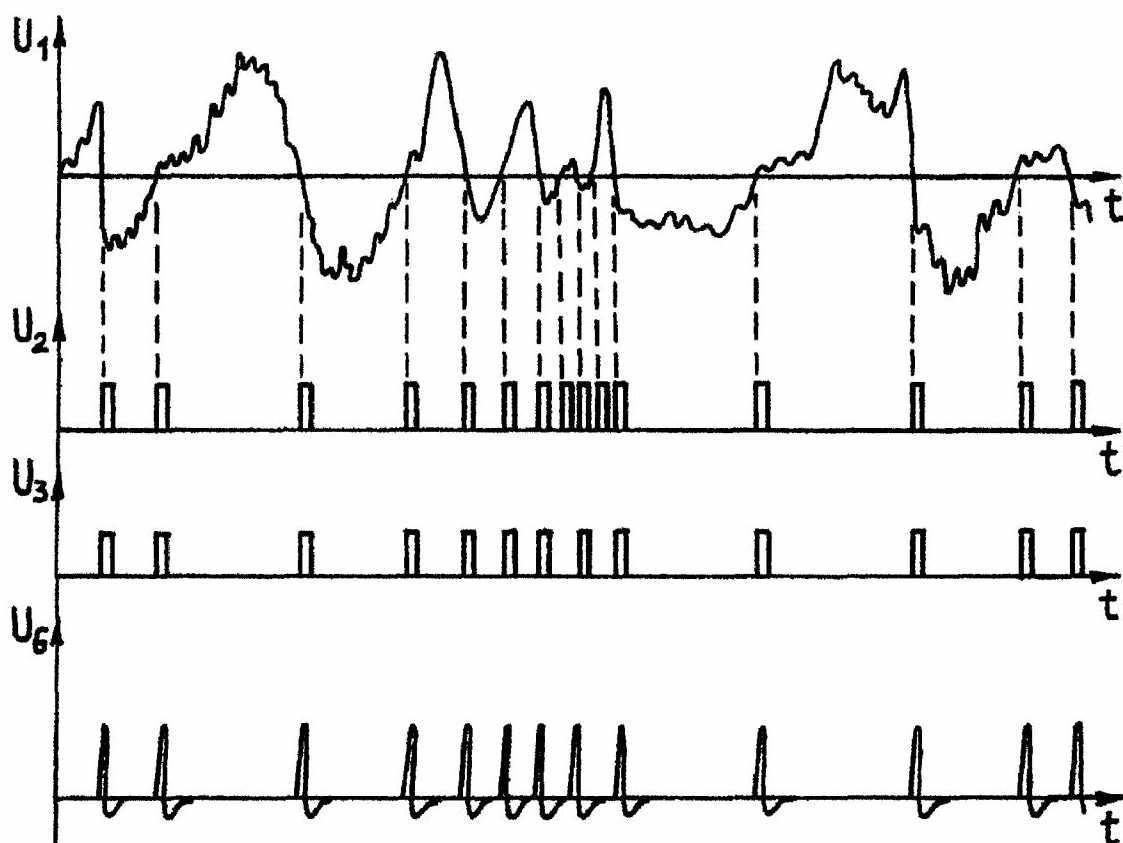
завантаження лічильника 15. Виходом формувача служить вихід старшого розряду лічильника 15.

Послідовність тактових імпульсів U_{11} , що виробляється генератором 11, ділиться лічильником-дільником частоти 12 по модулю m (U_{12}), а лічильником 15 - по модулю, що задається псевдовипадковими даними на паралельних входах завантаження D_0-D_L . Псевдовипадкові дані виробляються формувачем послідовності максимальної довжини, що складається із регістра 13 зсуву і елемента ВИКЛЮЧАЮЧИЙ АБО 14, з використанням сигналу U_{12} . Зміна станів регістра 13 відповідає високому рівню сигналу U_{12} , а активний стан лічильника 15 відповідає низькому рівню сигналу U_{12} . У результаті на виході старшого розряду лічильника 15 формується періодична у часі послідовність посилок імпульсів псевдовипадкової частоти U_{15} . Наприклад, це можуть бути частоти з ряду: 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 Гц. При цьому типова тривалість посилок і пауз між ними дорівнює 2 сек. Елемент 3 частотної селекції в цьому випадку виконує роль ланцюга, що усуває короткі паразитні імпульси, які можуть з'явитися на краях посилок, внаслідок перехідного процесу зміни станів даних завантаження лічильника 15.

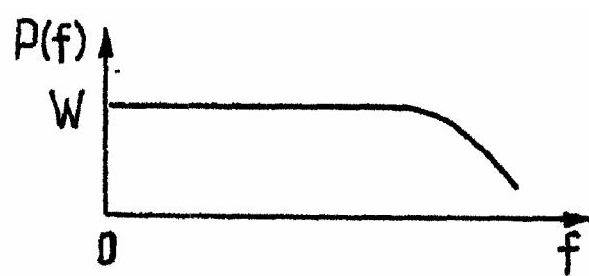
Таким чином, електростимулятор, дозволяє підвищити терапевтичну ефективність лікування спастичності центрального генеза, за рахунок тривалої, протягом більшої частини доби, електростимуляції чутливих нервів кінцівок або хребта, при менших больових відчуттях і адаптаційних ефектах.



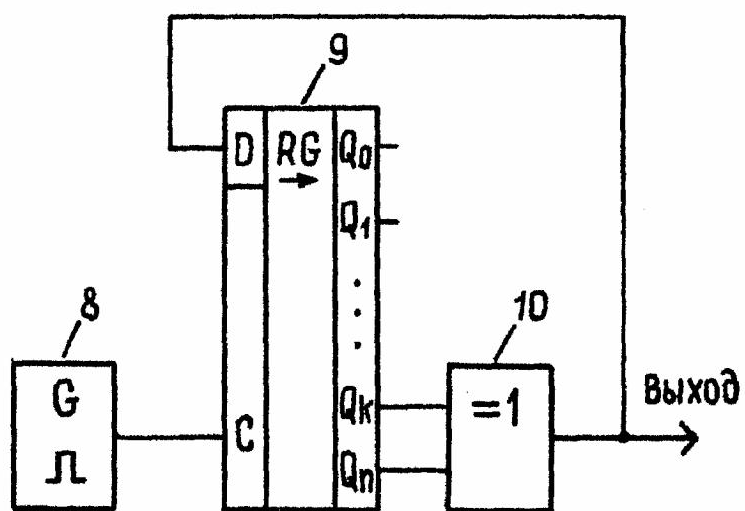
Фіг. 1



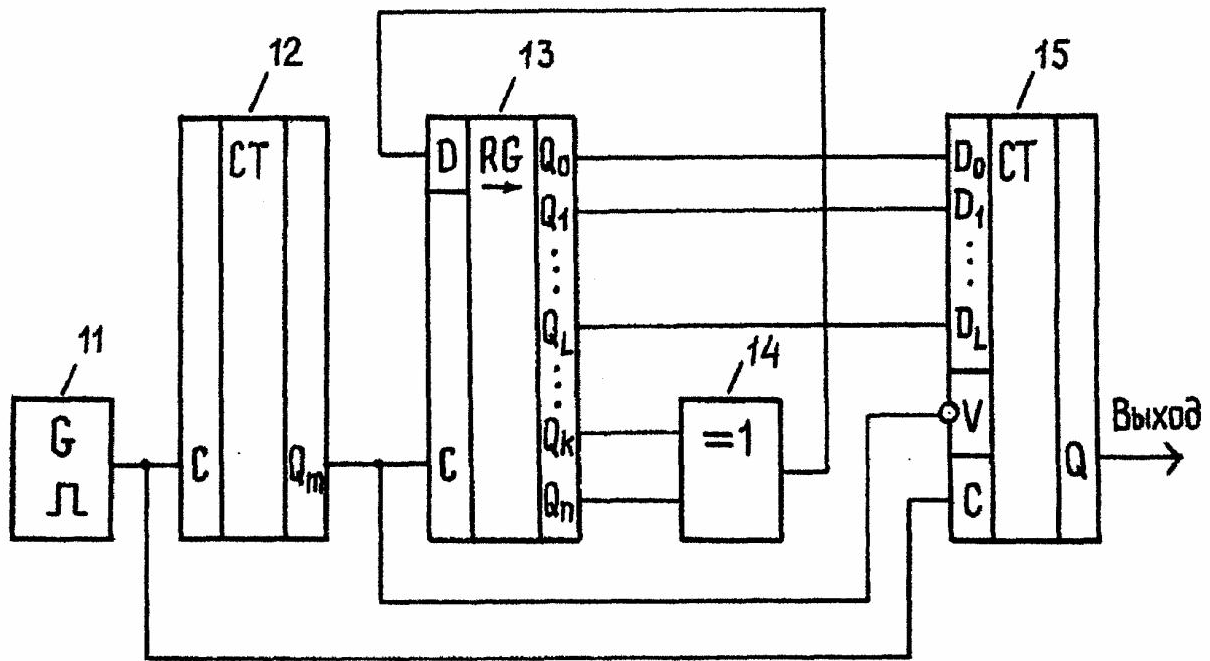
Фиг. 2



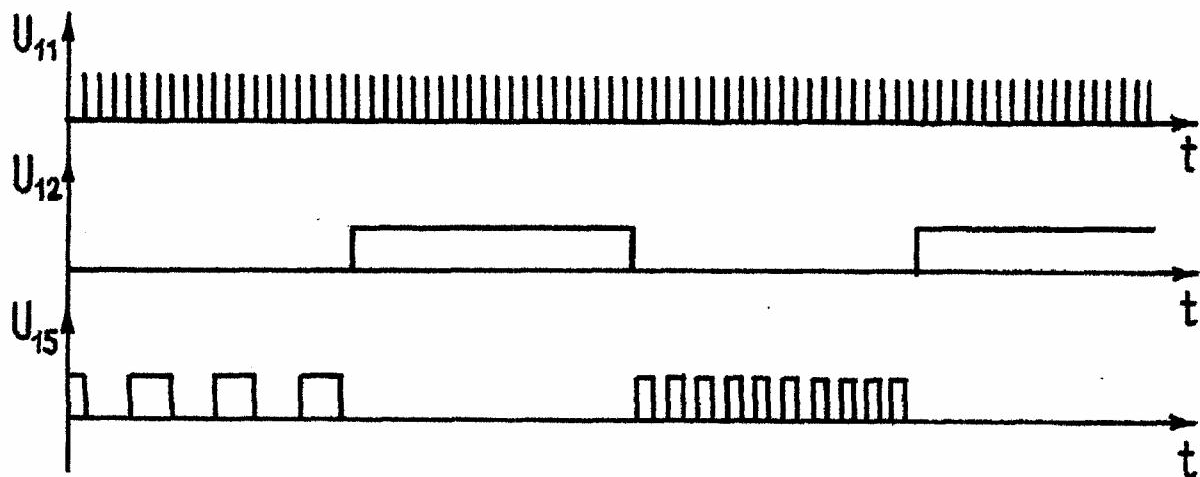
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

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

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

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