



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36869 (13) A

(51) 7 G11B5/09

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ КАНАЛЬНОГО КОДУВАННЯ

(21) 2000020900

(22) 17.02.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Марценюк Валерій Пантелеймонович, Вакарчук Оксана Миколаївна, Кузьменко Юлія Миколаївна

(73) Вінницький державний технічний університет

(57) Пристрій каналного кодування, який містить генератор синхроімпульсів, перший, другий та третій лічильники імпульсів, перший та другий інвертори, формувач імпульсів, перший та другий лічильні тригери, схему I, перший та другий регістри зсуву, паралельний регістр, перший блок пам'яті, цифровий компаратор, блок запису, шину опорного сигналу та вхідну шину, під'єднану до інформаційного входу першого регістру зсуву, перший-восьмий виходи якого з'єднані з першим-восьмим інформаційними входами паралельного регістра, синхровходи першого та другого лічильників імпульсів з'єднані з виходом генератора, синхроімпульсів, вихід першого лічильника імпульсів під'єднаний до входу першого інвертора і синхровходу другого регістра зсуву, перший та другий виходи другого лічильника з'єднані з першим та другим входами елемента "I", вихід якого з'єднаний з R-входом установки в нуль другого лічильника імпульсів, другий вихід якого також під'єднаний до синхровходу першого регістру зсуву і до синхровходу третього лічильника імпульсів, вихід якого з'єднаний з входом другого інвертора, вихід якого під'єд-

наний до синхровходу паралельного регістру і входу формувача імпульсів, вихід якого з'єднаний з входом установки в одиницю другого лічильного тригера, вхід синхронізації якого під'єднано до виходу першого інвертора, при цьому вихід другого лічильного тригера з'єднаний з E-входом установки режиму роботи другого регістра зсуву, вихід якого під'єднано до входу синхронізації першого лічильного тригера, прямий вихід якого під'єднано до блоку запису, а зворотній до інформаційного D-входу другого лічильного тригера, перший-восьмий виходи паралельного регістра з'єднані з першим-восьмим входами цифрового компаратора, а перший-п'ятий виходи паралельного регістра з першим-восьмим входами цифрового компаратора, перший-п'ятий виходи паралельного регістра з першим-п'ятим адресними входами першого запам'ятовуючого пристрою, виходи якого під'єднані до першого-п'ятого інформаційних входів другого регістру зсуву, шина опорного сигналу з'єднана з першим-восьмим входами цифрового компаратора, який відрізняється тим, що в нього введено другий запам'ятовуючий пристрій, перший-четвертий інформаційні входи якого під'єднані до шостого-дев'ятого виходів паралельного регістру, а виходи до шостого-дев'ятого входів другого регістру зсуву, вихід цифрового компаратора під'єднано до десятого входу другого регістра зсуву, дев'ятий вихід першого регістра зсуву під'єднано до дев'ятого входу паралельного регістра, шина опорного сигналу з'єднана з дев'ятим входом цифрового компаратора.

Винахід відноситься до обчислювальної техніки, а саме, до пристроїв формування сигналів для високощільного запису цифрової інформації на магнітний носій.

Відомий пристрій для магнітного запису цифрової інформації (а. с. СРСР № 1744712 м.кл., G11B 5/09, 20/00, бюл. № 24-1992), який розрахований на збільшення щільності магнітного запису, при цьому вхідному інформаційному сигналу довжиною 3 T на виході відповідають два інтервали по 1,5 T кожний; цей сигнал має вікно детектування $\pm 0,25T$.

Недоліком пристрою є невисока щільність запису внаслідок малого значення вікна детектування (Тд).

За прототип обрано пристрій для цифрового магнітного запису (а. с. СРСР № 1674232 м.кл., G11B 5/09, 20/00, бюл. № 32-1991), який збільшує щільність запису інформації при збереженні умови самосинхронізації. Перетворення двійкового коду в каналний КФ здійснюється із застосуванням постійного запам'ятовуючого пристрою (ПЗП), при цьому двійковий код надходить на адресні входи ПЗП, а на виході утворюється каналний код, вибраний із комірок з номером, який задається вхідною адресною комбінацією двійкового коду. При-

стрій перетворює 8-розрядний вхідний двійковий код на вихідний 9-розрядний код Каутса-Фібоначчі.

Недолік пристрою - недостатня щільність запису цифрової інформації на магнітний носій.

В основу винаходу поставлено задачу розробки пристрою каналного кодування, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається збільшення щільності запису інформації на магнітний носій, що дозволяє збільшити кількість інформації, яка записується на звичайну магнітну стрічку.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій каналного кодування, який містить генератор, вхідну шину, під'єднану до інформаційного входу першого регістру зсуву, виходи якого з'єднані з інформаційними входами паралельного регістра, перший лічильний тригер, прямий вихід якого з'єднаний з входом блока запису, а інверсний вихід з'єднано з інформаційним входом Д-тригера, формувач імпульсів, перший лічильник імпульсів з діленням на дев'ять, який С-синхровходом з'єднаний з входом генератора, вихід лічильника під'єднаний до входу першого інвертора і С-синхровходу другого регістра зсуву, другий лічильник імпульсів, який являється дільником на десять, С-синхровхід якого під'єднаний до виходу генератора, а перший та другий вихід з'єднано з першим та другим входами елемента "І", вихід якого з'єднаний з R-входом установки в нуль третього лічильника імпульсів, вихід якого також під'єднано до С-синхровходу першого регістру зсуву і до синхровходу третього лічильника імпульсів, вихід якого з'єднаний з входом другого інвертора, вихід якого під'єднаний до С-синхровходу паралельного регістру і входу формувача імпульсів, вихід якого з'єднаний з S-входом установки в одиницю другого лічильного тригера, вхід синхронізації якого під'єднано до виходу першого інвертора, при цьому вихід другого лічильного тригера з'єднаний з E-входом установки режиму роботи другого регістра зсуву, вихід якого під'єднано до входу синхронізації першого лічильного тригера, виходи паралельного регістра з'єднані з відповідними входами цифрового компаратора, а виходи один-п'ять з адресними входами один-п'ять першого запам'ятовуючого пристрою, виходи якого під'єднані до перших п'яти інформаційних входів другого регістру зсуву, шина опорного сигналу з'єднана з входами опорного сигналу цифрового компаратора, вихід якого під'єднано до десятого інформаційного входу другого регістру зсуву, введено другий запам'ятовуючий пристрій, чотири інформаційні входи якого під'єднані до шостого-дев'ятого виходів паралельного регістру, а виходи до шостого-дев'ятого входів другого регістру зсуву.

На фіг. 1 представлено функціональну схему пристрою каналного кодування. На фіг. 2 представлені часові діаграми роботи пристрою каналного кодування.

Пристрій складається з генератора 1, під'єданого виходом до лічильного входу першого 2 і другого 3 лічильника імпульсів. Вихід лічильника 2 з'єднаний з синхровходом другого регістра зсуву 4 і через інвертор 5 з синхровходом другого тригера 6, під'єданого виходом до керуючого входу регістра 4, вихід якого з'єднаний з лічильним входом першого тригера 7, інверсний вихід якого з'єднано

з інформаційним входом цього тригера, а прямим виходом - до блоку 8 запису, який з'єднується з магнітною головкою (не показаний). Виходи лічильника імпульсів 3 зв'язані через елемент "І" - 9 з його входом скидання в нуль. При цьому один з виходів лічильника 3 під'єднується через третій лічильник 10 імпульсів, другий інвертор 11 і формувач 12 до входу встановлення в одиницю тригера 6, а також до синхровходу першого регістра зсуву 13, що зв'язаний через паралельний регістр 14 і перший 15 та другий 16 блоки пам'яті з відповідними входами регістра 4. До інформаційного входу Д першого регістра зсуву 13 підключена вхідна шина 17. Відповідні виходи регістра 15 з'єднані через цифровий компаратор 18 з одним із входів регістру 4, при цьому інші входи компаратора 18 підключені до шини 19 опорного сигналу (фіг. 1).

В пристрої кодування двійкового дев'ятирозрядного коду в десятирозрядний код Каутса-Фібоначчі інформаційне дев'ятирозрядне слово розвертається за допомогою регістра зсуву 13 з послідовної двійкової форми в паралельну, яка за допомогою елементів 14, 15, 16, 18 перетворюється в десятирозрядне кодове слово Каутса-Фібоначчі. За допомогою регістра зсуву 4 паралельне кодове десятирозрядне слово Каутса-Фібоначчі також переводиться в послідовну форму і подається на блок запису 8 для подальшого запису на магнітний носій (стрічка, диск).

Пристрій працює таким чином. Вхідний двійковий код розділяють на рівномірні часові послідовності по дев'ять бітових інтервалів, перетворюють за допомогою каналних кодів Каутса-Фібоначчі в десятисимвольні послідовності і в подальшому в струм запису. Сигнал тактової частоти (фіг. 2), сформований генератором 1 ділиться на дев'ять за допомогою лічильника 2 (фіг. 2) і на десять за допомогою лічильника 3 (фіг. 2). Інформаційні сигнали в двійковому коді з виходу регістра 13 записуються в регістр 14 в момент позитивного перепаду сигналу, який надходить з виходу інвертора 11 (фіг. 2). Вихідні імпульси формувача 12 (фіг. 2) надходять на вхід встановлення тригера 6, вихідний сигнал якого (фіг. 2) подається на вхід встановлення регістра 4 і встановлює режим паралельного чи послідовного зсуву. В блоках 15, 16, 18 виконується перекодування інформації з дев'ятирозрядного двійкового коду в десятирозрядний код Каутса-Фібоначчі.

Регістр 4 перетворює паралельний запис цього коду в послідовний зсув кодової інформації, яка після перетворення надходить в блок 8 для формування сигналів запису на магнітний носій.

В запальному випадку каналного кодування інформаційна комбінація з n -символів двійкового вхідного коду заміщується групою з m -символів каналного коду. При цьому відношення числа символів n до m визначає параметр, який називають кодовою швидкістю

$$V_k = n/m$$

Параметр кодової швидкості характеризує ступінь зменшення швидкості проходження інформації через фізичний канал магнітної реєстрації при її заміщенні за методами каналного кодування. Як правило, чим вища кодова швидкість каналного коду, тим менша його надлишковість

$$H = \frac{(m-n)}{n} \cdot 100\%$$

Канальні коди є кодами з обмеженням довжин серій нулів та одиниць. Обмеження довжин серій символів каналного коду дозволяє забезпечити можливість самосинхронізації каналу цифрової магнітної реєстрації. З точки зору самосинхронізації всі методи каналного кодування можуть бути охарактеризовані параметрами d і k , причому параметр d визначає мінімальну кількість нулів між двом одиницями (при реакції на одиницю), параметр k визначає максимальну кількість нулів між двома одиницями. Ступінь самосинхронізації буде тим більша, чим менше відношення максимальної та мінімальної довжин переходів намагніченості носія інформації, що визначаються як:

$$T_{\min} = V_k \cdot (d+1) \cdot T$$

$$T_{\max} = V_k \cdot (k+1) \cdot T$$

де T - довжина тактового інтервалу, що відповідає одному біту, записаному за методом БПНМ (без повернення до нуля модифікований). Ступінь самосинхронізації оцінюється коефіцієнтом самосинхронізації, що визначається як:

$$K_s = T_{\max} / T_{\min} = V_k \cdot (k+1) \cdot T / V_k \cdot (d+1) \cdot T = (k+1) / (d+1)$$

На практиці значення коефіцієнту самосинхронізації вибирають в межах $K_s = 2 \dots 4$.

Для визначення параметру густини переходу намагніченості носія інформації, що характеризує можливу щільність та швидкість реєстрації інформації, використовують параметр, який називають коефіцієнтом можливої густини. Цей коефіцієнт визначається як:

$$K_m = T_{\min} / T$$

і має тим більше значення, чим далі рознесені по магнітному носію переходи намагніченості. Рознесення переходів дозволяє зменшувати верхню частоту в спектрі каналного коду та звужувати АЧХ каналу або ж в існуючому каналі реєструвати інформацію з більшою швидкістю.

На практиці проведення операцій заміщення n -символів двійкової інформації m -символами каналного коду призводить до появи надлишковості i , при $d=0$ параметр T_{\min} буде меншим T . Тоді K_m зменшується і швидкість реєстрації також зменшується. В той же час, за твердженням автора, надлишковість каналного коду не знижує, а підвищує K_m , щільність та швидкість реєстрації при $d \geq 1$.

В той же час, можливе значення коефіцієнта збільшення швидкості реєстрації тісно, але обернено пропорційно пов'язане з таким параметром, як вікно детектування. Вікно детектування визначає можливість правильного розпізнавання імпульсів сигналів на виході каналу магнітної реєстра-

ції і залежить від кодової швидкості та довжини тактового інтервалу

$$T_g = V_k \cdot T$$

Зменшення вікна детектування призводить до значного ускладнення схем відтворення (детектування) на виході каналу магнітної реєстрації.

Враховуючи практично взаємозворотню дію коефіцієнта густини переходів намагніченості та вікна детектування слід при виборі оптимального методу каналного кодування застосувати деякий комплексний показник. Цей показник, назовемо його коефіцієнтом ефективної густини переходів намагніченості, визначається як:

$$K_{em} = K_m \cdot T_g / T = K_{em} \cdot V_k$$

Виконавши деякі спрощення шляхом підстановки $T_g / T = V_k$, $T_{\min} = V_k \cdot (d+1) \cdot T$, $V_k = n / m$ одержимо

$$K_{em} = n^2 \cdot (d+1) / m^2 \text{ або } K_{em} = V_k^2 \cdot (d+1).$$

Використовуючи запропонований коефіцієнт K_{em} вибір каналного коду проводять виходячи з максимального його значення при $K_s = 2 \dots 4$.

Задачу побудови оптимального каналного коду можна вирішувати шляхом використання рекурентних рядів Каутса-Фібоначчі, для яких вага члену ряду влюбій позиції дорівнює деякій сумі попередніх членів ряду. Таке відображення членів ряду дозволяє, при проведенні операції кодування, одержувати серії нулів та одиниць з обмеженими d і k , що забезпечує самосинхронізацію. Найбільш поширені числові ряди Каутса-Фібоначчі (КФ) і позначення відповідних їм каналних кодів наведені в табл. 1.

Порівняльний аналіз відомих каналних кодів по параметрах синхронізації K_6 , вікна детектування T_d надлишковості H та коефіцієнтів густини переходів K_m і K_{em} дозволяє побудувати табл. 2. З табл. 2 можна зробити висновок, що при однаковому коефіцієнту самосинхронізації КФ коди дозволяють забезпечити більш високе значення коефіцієнту ефективної густини переходів K_{em} . Наприклад, порівняно з кодом КФ (0, 3, 6, 9) код КФ код з параметрами (0, 3, 9, 10) дозволяє забезпечити теоретичне збільшення густини реєстрації цифрових символів на магнітний носій на 2%, а порівняно з кодом ГК 5/6 на 31%.

З табл. 2 можна зробити висновок, що з однаковим коефіцієнтом самосинхронізації КФ (0, 3, 9, 10), коди дозволяють забезпечити вище значення щільності запису внаслідок більш високих значень коефіцієнту ефективної густини переходів K_{em} . Причому K_{em} у кодів КФ росте відповідно збільшенню кількості розрядів коду.

Таблиця 1

Умовне зображення каналного коду КФ (d, k)	Породжуюча формула	Числовий ряд
КФ (0,1)	$Y_i = Y_{i-1} + Y_{i-2}$	1.1.2.3.5.8.13.21.34.55
КФ (0,2)	$Y_i = Y_{i-1} + Y_{i-2} + Y_{i-3}$	1.1.2.4.7.13.24.44.81.149
КФ (0,3)	$Y_i = Y_{i-1} + Y_{i-2} + Y_{i-3} + Y_{i-4}$	1.1.2.4.8.15.29.56.108.208
КФ (1,2)	$Y_i = Y_{i-2} + Y_{i-3}$	1.1.1.2.2.3.4.5.7.9.12
КФ (1,3)	$Y_i = Y_{i-2} + Y_{i-3} + Y_{i-4}$	1.1.2.3.4.6.9.13.19.28
КФ (1,4)	$Y_i = Y_{i-2} + Y_{i-3} + Y_{i-4} + Y_{i-5}$	1.1.1.2.3...5.7.11.17.26.40
КФ (2,3)	$Y_i = Y_{i-3} + Y_{i-4}$	1.1.1.1.2.2..2.3.4.4.5.7.8.9

Таблиця 2

Група кодів	КОД	K_m	$T_d = V_k * T$	$K_{ЕПТ}$	Н, %
$K_s=4$	ГК5/6	0,833	0,833	0,694	20
$K_s=4$	НДМ-3	2	0,33	0,66	200
$K_s=4$	ЗРМ	1,5	0,5	0,75	100
$K_s=4$	КФ (0, 3, 8, 9)	0,889	0,889	0,79	12,5
$K_s=4$	КФ (0, 3, 9, 10)	0,9	0,9	0,81	11,1

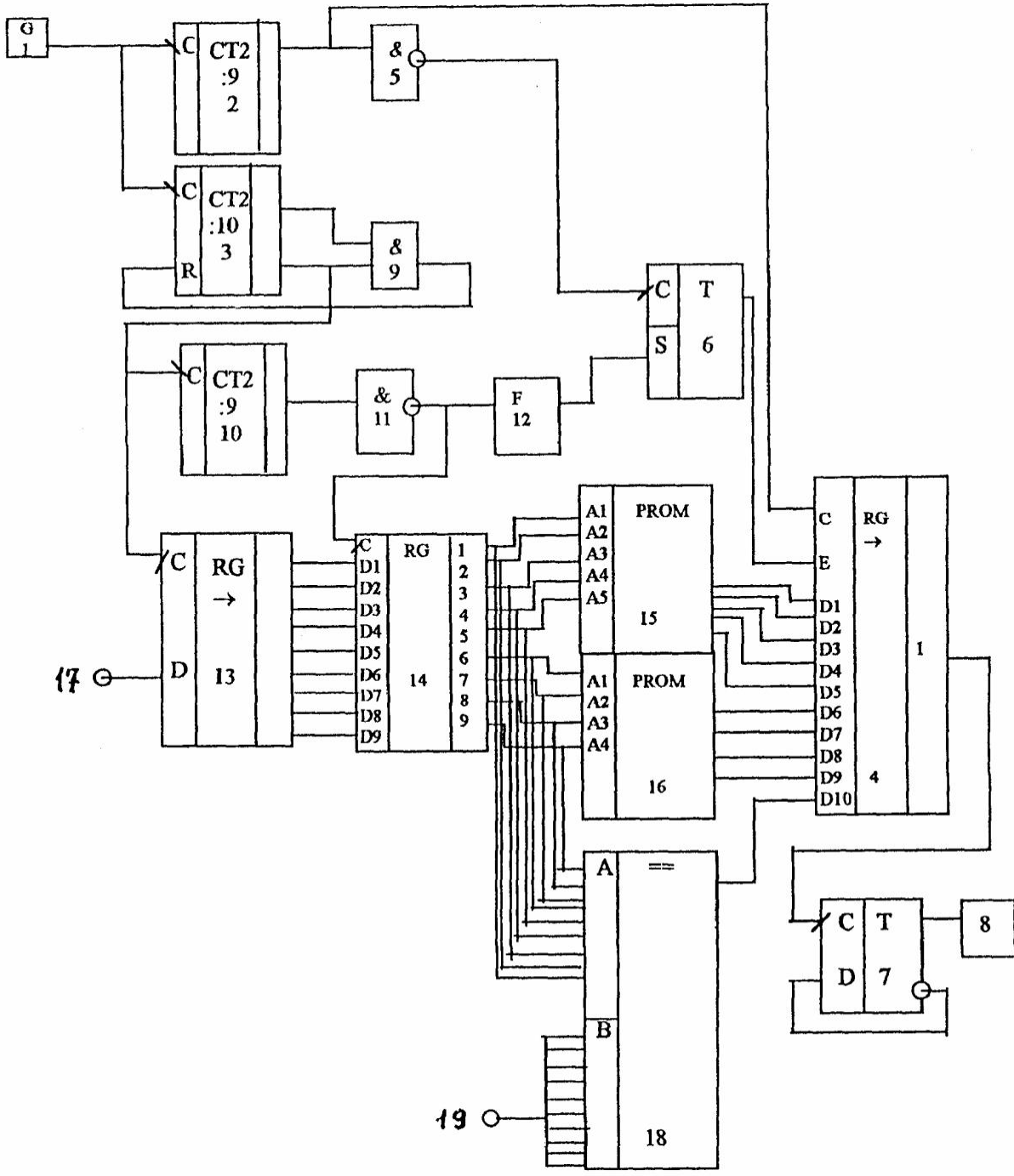
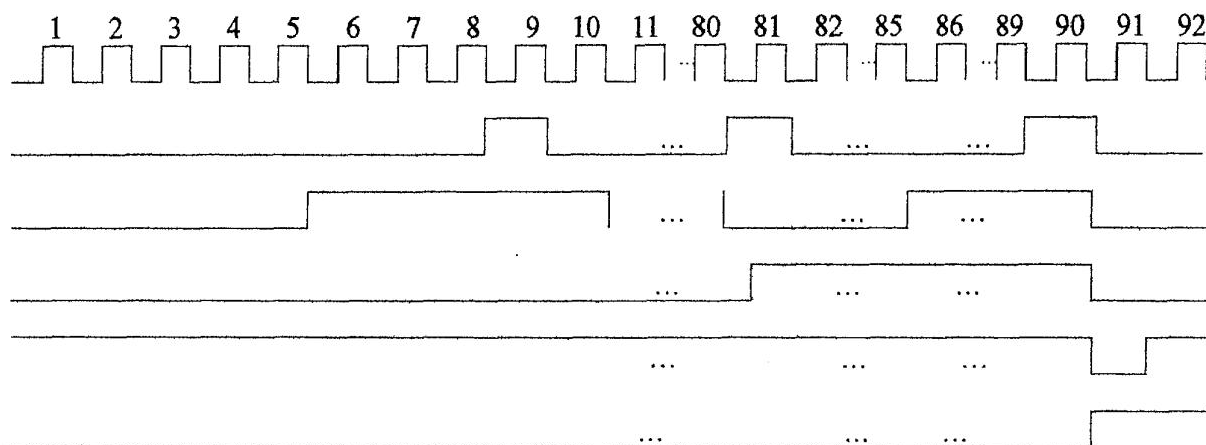


Fig. 1



Фіг. 2

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
