

ЗАХИСТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБЛАДНАННЯ / SOFTWARE AND HARDWARE PROTECTION

DOI: [10.18372/2225-5036.28.16865](https://doi.org/10.18372/2225-5036.28.16865)

ІНФОРМАТИВНІСТЬ ЧАСТОТ ВИТОКУ ІНФОРМАЦІЇ З ЕКРАНІВ МОНІТОРІВ НА РІДИННО-КРИШТАЛЕВИХ СТРУКТУРАХ

Дмитро Євграфов, Юрій Яремчук

Вінницький національний технічний університет

ЄВГРАФОВ Дмитро Вікторович, к.т.н., с.н.с



Рік та місце народження: 1965 рік, м. Одеса, Україна.

Освіта: Київське вище інженерне радіотехнічне училище ППО ім. О. Покришкіна, 1987 рік; Вінницький національний технічний університет, 2018 рік.

Посада: здобувач наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 125 «Кібербезпека» з 2018 року.

Наукові інтереси: статистична радіотехніка, радіоелектронна розвідка, фізичний захист інформації.

Публікації: більше 50 наукових публікацій, у тому числі 2 монографії, 45 статей у наукових фахових виданнях, 4 навчальних посібника, матеріали і тези доповідей на наукових конференціях.

E-mail: ramgraf@bigmir.net.

ORCID: 0000-0001-9651-1558.

ЯРЕМЧУК Юрій Євгенович, д.т.н., професор



Рік та місце народження: 1974 рік, м. Вінниця, Україна.

Освіта: Вінницький національний технічний університет, 1996 рік.

Посада: директор Центру інформаційних технологій та захисту інформації, професор кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, з 2010 року.

Наукові інтереси: криптографічний та стегаграфічний захист інформації, технічний захист інформації, безпека інформаційних систем.

Публікації: понад 300 публікацій, у тому числі 2 монографії, понад 150 статей у наукових фахових виданнях, 20 підручників та навчальних посібників, автор 20-ти патентів на корисну модель та понад 20-х свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір.

E-mail: yurevyar@vntu.edu.ua.

ORCID: 0000-0002-6303-7703

Анотація. Розглянуто спектральне подання сигналів витоку інформації з екранів моніторів, на яких висвітлюється одна з літер українського алфавіту. Показано, що навіть для малої розрізняльної спроможності спектрального подання літер вони різняться для двох схожих за виглядом літер. Обґрунтовано схему досліджень побічних електромагнітних випромінювань і наведень, яка дає можливість розрізняти літери на екрані монітору залежно від потужностей спектральних складових сигналів витоку. Розглянуто програму оброблення зображень спектрів сигналів, яка дає можливість порівнювати спектральні складові сигналів витоку для різних літер. Порівняно розраховані та реальні спектри сигналів витоку і зроблено висновок про прийнятність застосування моделей сигналів витоку інформації залежно від її змісту. Обґрунтовано розрахунок найбільш інформативних частот сигналів витоку інформації для різних літер українського алфавіту, залежно від типорозмірів шрифту і режимів роботи монітору на рідинно-кристалевих структурах. Надані рекомендації щодо найпростіших способів протидії витоку інформації з екранів моніторів, пов'язані зі зміною частоти кадрової розгортки сигналу за псевдовипадковим законом.

Ключові слова: побічні електромагнітні випромінювання і наведення, екрани на рідинно-кристалевих структурах, коефіцієнти Фур'є спектру витоку інформації, інформативність частот витоку інформації.

Вступ

Для оцінки ефективності протидії спеціалізованим засобам розвідки противника по перехопленню інформації з екранів моніторів на рідинно-кристалевих структурах (РКС) важливо не лише відшукати частоти витоку інформації, а і розуміти інформативність цих частотних каналів. Дуже часто на інформативність не звертається достатньої уваги, а появу каналів витоку, скажемо на частотах вищих за 5 ГГц, вважають більшою інформаційною загрозою. Чи так це? Можна сперечатися, але нові частоти витоку стають відомими лише тому, що ми їх просто побачили (застосували кращі високочастотні спектроаналізатори).

Зрозуміло, що тут не йдеться про створені противником приховані канали витоку інформації за допомогою спеціальних закладних пристроїв, деякі з яких працюють на частотах аж до 60 ГГц [1]! Такі канали є вкрай загрозливими, і потребуватиме як нових засобів, так і нових методик дослідження. Але яку загрозу високочастотні випромінювання несуть, якщо вони є просто побічними електромагнітними випромінюваннями і наведеннями (ПЕМВІН) з екрану моніторів? Це можна зрозуміти лише після дослідження відповідності спектральних характеристик сигналів витоку змінам інформації на екрані монітору. І незважаючи на існуючі методики, які обґрунтовують небезпечні напруженості магнітних і електричних полів поблизу монітору на РКС, без осмислення того, які саме спектральні складові ПЕМВІН є інформативними, створити ефективну комплексну систему захисту неможливо.

Присвяtimo цим дослідженням роботу, і не розширюватиме частотні границі вивчення ПЕМВІН. Навпаки, для спрощення експерименту досліджуватиме їх з екрану монітору від великих літер українського алфавіту, розташованих на весь екран. У цьому випадку немає необхідності відшукувати зміни у спектрах частот ПЕМВІН, які є вищими за 10 МГц, а для здійснення випромінювань можна застосовувати антени короткохвильового (КХ) діапазону частот.

$$S(k) = \frac{1}{2\pi k} \left| j \sum_{i=0}^{h-1} \sum_{m=0}^{w-1} C_{i,m} \left[\exp\left(-\frac{j2\pi k(m\tau_n + \tau_n + iT_c)}{T_k}\right) - \exp\left(-\frac{j2\pi k(m\tau_n + iT_c)}{T_k}\right) \right] \right|. \quad (2)$$

Використання модулів коефіцієнтів Фур'є дозволяє досягнути індивідуальності від місцеположення літери на екрані монітору, закладеного у фазових характеристиках спектру, а наприклад, для типорозміру екрану з $w=1024$ і $h=768$ режиму XGA ($f_{ver}=60$ ГГц) у виразі (2): $T_k = 16,667$ мс, $T_c = 20,661$ мкс, $\tau_n = 0,0154$ мкс.

Подібні дослідження дають можливість оцінити адекватність часових моделей сигналів витоку інформації для тієї, або іншої літери, а також оцінити найбільш інформативні частоти витоку інформації з екрану моніторів на РКС. Крім того, це дає можливість впевнитися у надійності існуючих методик, після урахування промислових і природних завад радіочастотного спектру.

Метою роботи є: порівняння розрахованих спектрів сигналів витоку інформації про ту, або іншу літеру

Постановка задачі

Дослідимо спектри сигналів від інформації на екранах моніторів на РКС у вигляді літер. Вважатиме, що картинка на екрані монітору протягом тривалого часу залишається статичною. Спростимо задачу тим, що розглядаються максимально контрастні тексти, наприклад чорні літери на білому фоні екрану. До того, нехай на усьому екрані монітору висвітлюється лише одна з 33 літер українського алфавіту, і дослідимо тут лише літери шрифту Arial розміру у 500 кегель.

Спектри сигналів витоку інформації від тієї, або іншої літери можна отримати відповідно до розглянутої в роботі [1] часової моделі сигналів витоку $C(t)$, $0 \leq t \leq T_k$, де $T_k = 1/f_{ver}$, f_{ver} - частота вертикальної (кадрової) розгортки екрану монітору. Модулі коефіцієнтів ряду Фур'є:

$$S(k) = \frac{1}{T_k} \left| \int_0^{T_k} C(t) \exp\left(-j \frac{2\pi k t}{T_k}\right) dt \right|, \quad (1)$$

повністю описують будь-яку інформацію на екрані монітору, що складається з h інформаційних строк по W пікселів тривалістю τ_n , які розгортаються з періодом T_c . Оскільки верхня гранична частота витоку інформації сягає 2 ГГц, для мінімальної $f_{ver} = 60$ ГГц кількість необхідних для досліджень коефіцієнтів Фур'є сягатиме $K = 3,33 \cdot 10^7$.

Якщо подати інформацію на екрані монітору двовимірною матрицею $C_{i,m}$, $i=0,1,\dots,h-1$ - поточна стрічка растрового зображення, $m=0,1,\dots,w-1$ - поточне знаменце у стрічці, то сигнал витоку можна записати у вигляді:

$$C(t) = \sum_{i=0}^{h-1} \sum_{m=0}^{w-1} C_{i,m} [\mathbf{1}(m\tau_n + \tau_n + iT_c - t) - \mathbf{1}(m\tau_n + iT_c - t)],$$

де $\mathbf{1}(x)$ - одинична функція, а (1) - розрахувати за виразом [2]:

українського алфавіту з реальними спектрами сигналів витоку в радіоекранованій кімнаті, а також виявлення у спектрі сигналів витоку найбільш інформативних частот для літер фіксованого типорозміру шрифту Arial.

Розрахункові спектри сигналів витоку інформації з екрану монітору

На рис. 1 з розрізняльною здатністю в 0,1 МГц у логарифмічній шкалі проілюстровано спектральне подання літери "Ш", а на рис. 3 - літери "Щ", розрахованих відповідно до (2) в додатку Mathcad версії 14.0.

Для цього використовувалася команда READBMP ("data.bmp"), а відповідні літери шрифту Arial редактору World були переведені у графічні зображення data.bmp. Бачимо, що близькі за формою літери "Ш" та

“Щ”, мають свій власний спектральний малюнок, навіть за умови низької розрізняльної здатності.

Практичне дослідження спектрів сигналів витоку інформації з екранів моніторів.

Дослідження проводилися у кімнаті, яка екранована від радіовипромінювань.

Щоб знімати інформацію з екрану монітору на частотах, близьких до 1 МГц, не використовувалися спрямовані антенні системи, оскільки вони мають селективні за напрямом характеристики підсилення, і вносять нерівномірності в амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) усього радіотракту.

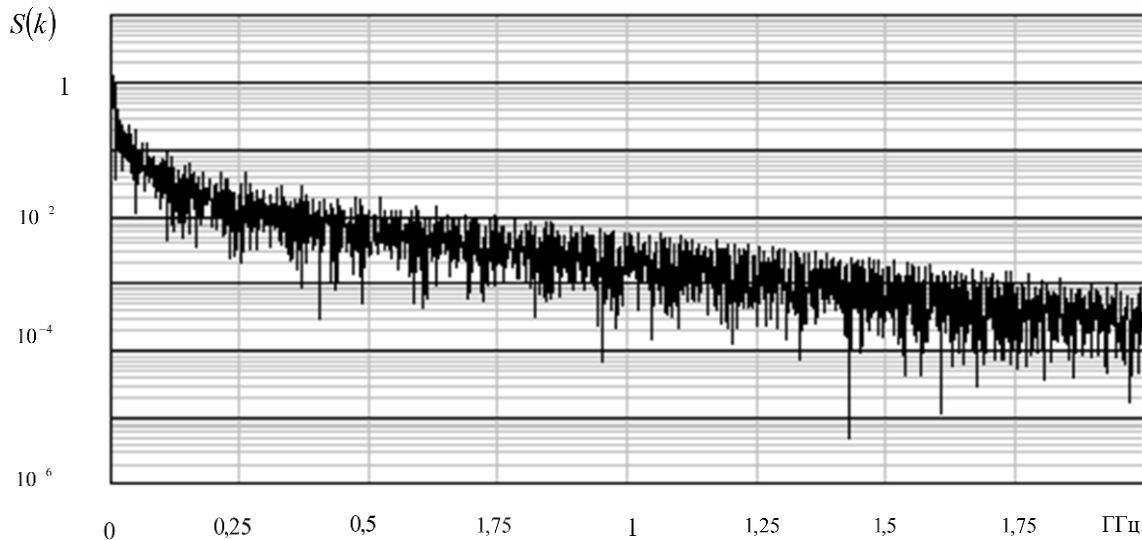


Рис. 1. Спектральне подання літери “Ш”

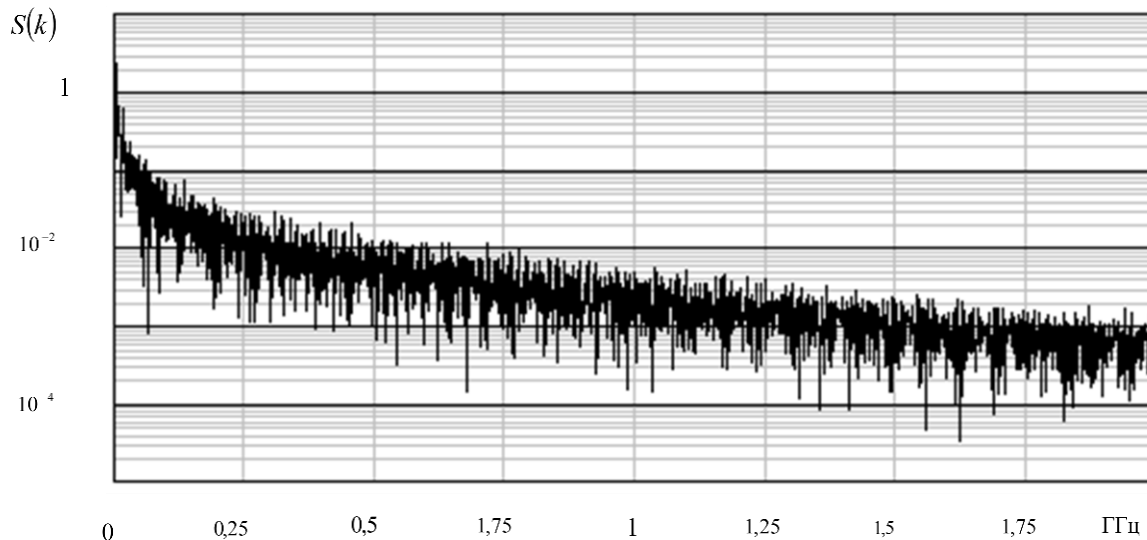


Рис. 2. Спектральне подання літери “Щ”

В якості приймальної антени застосовувалося активна автомобільна антена типу Blanpunkt AutoFun Line, яка має вбудований підсилювач на 3 дБ, і гарно сприймає ПЕМВІН на частотах від 700 кГц до 70 МГц. Схема живиться від джерела живлення 9 В (батарея типу «Крона»), а замість DIN-штекера використовувався звичайний ВЧ TV- штекер (рис. 3).

Вусики автомобільної антени і світлодіод індикації живлення були відпаяні, а замість вусиків використовувалася індуктивна антена, намотана на пластмасову шпульку від швейної машини проводом ПЕЛШО

0,15. Зазвичай на шпульці розміщується від 750 до 850 витків.

В якості антени можна застосувати будь-які аналоги фірми Bosch, наприклад антену російського виробництва моделі R01A, яка підсилює сигнал на 2 дБ. Корпус датчика з підсилювачем приклеюється до обрізаного гачка з присоскою, за допомогою якої приймальна антена кріпиться до екрану монітору. Антена під'єднується до спектроаналізатора через $N(f)$ штекер - перехідник.

Тестові зображення усіх 33 літер легко отримати на комп'ютері за допомогою офісних програм World, Paint.

Для цього літери розміром у 500 кегель набиралися у World а потім їх зображення у Paint у вигляді чорно-білих літер зберігалися як графічні файли *.jpeg. Головною проблемою постановки експерименту у сму-

зі частот до 2 ГГц є порівняння величезної кількості коефіцієнтів Фур'є $K = 3,33 \cdot 10^7$. По-перше, важко розрахувати коефіцієнти, оскільки це вимагає певного часу.

Наприклад, для скорочення часу на рис. 1 і 2 прорахований лише один з 1665 коефіцієнтів, що і дозволило мати розрізняльну здатність лише у 0,1 МГц, а не 60 Гц, як мало би бути.

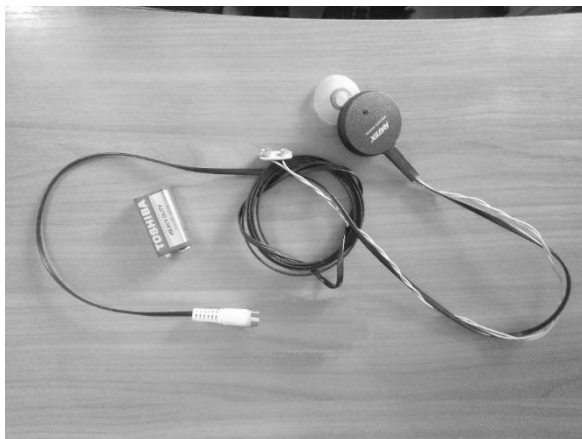


Рис. 3. Антена з підсилювачем для знімання інформації з екрану монітору

По-друге, спектроаналізатор повинен мати функцію запам'ятовування великої кількості спектральних відліків.

По-третє, розраховані і зняті зі спектроаналізатора масиви інформації мають бути адекватно порівняні, з урахуванням реально нерівномірної АЧХ антенної системи з підсилювачем.

Тому дослідження проводилися для великих літер на частотах близьких до 1 МГц, за допомогою спе-

ктроаналізатора Rohde & Schwarz FPH. Проблема нерівномірності АЧХ антенної системи при цьому легко розв'язується порівнянням інформаційних спектральних складових сигналу для різних літер на 32-х вузьких ділянках частот шириною u , в межах яких можна вважати вплив на АЧХ антенної системи з підсилювачем – несуттєвою. Центральні частоти досліджених ділянок частот від 1 до 1,265 МГц подано у табл. 1.

Таблиця 1. Центральні частоти досліджених ділянок (МГц)

i	1	2	3	4	5	6	7	8
F_i	1,004	1,012	1,019	1,029	1,038	1,046	1,053	1,062
i	9	10	11	12	13	14	15	16
F_i	1,072	1,079	1,087	1,096	1,106	1,113	1,121	1,130
i	17	18	19	20	21	22	23	24
F_i	1,139	1,147	1,154	1,164	1,173	1,181	1,188	1,197
i	25	26	27	28	29	30	31	32
F_i	1,207	1,214	1,222	1,231	1,241	1,248	1,125	1,265

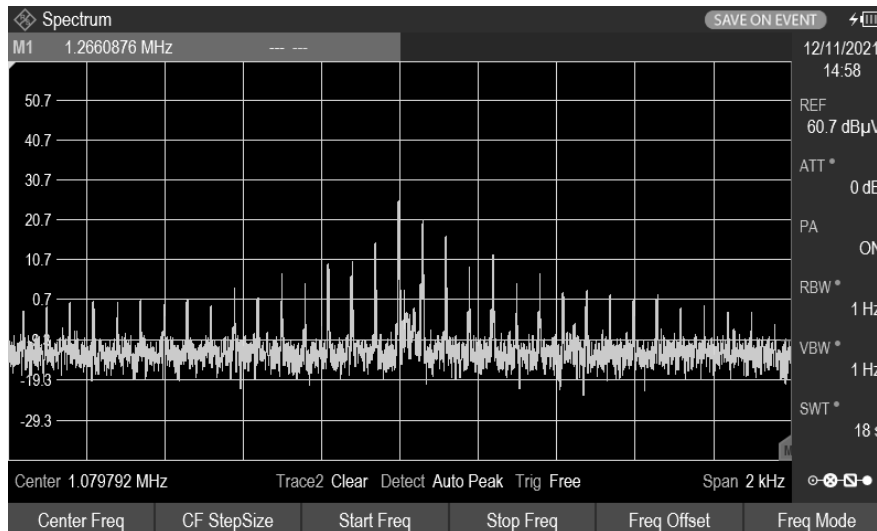


Рис. 4. Вигляд екрану спектроаналізатора для $F_{10} = 1,079$ МГц

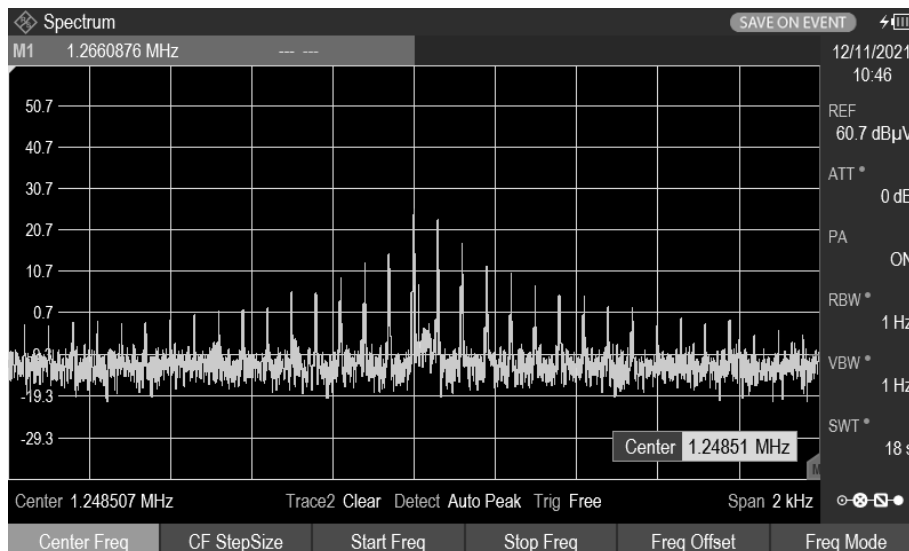


Рис. 5. Вигляд екрану спектроаналізатора для $F_{30} = 1,248$ МГц

Найбільш інформативними з точки зору максимальної кількості гребінців ПЕМВІН на екрані спектроаналізатора (тридцять три) виявилися частоти з $i = 10$ (див. рис. 4), та $i = 30$ (рис. 5). Заміри на спектроаналізаторі Rohde & Schwarz FPH робилися з розрізняльною спроможністю у 1 Гц, а для створення спектру у смузі 2 кГц витрачалося 18 секунд. Як бачимо, на спектрі сигналів чітко прослідковується гребенева структура ПЕМВІН з кроком у $f_{ver} = 60$ Гц.

Кожна спектральна складова є носієм інформації, яка в даний час відображається на екрані монітору. Зміна амплітуд спектральних складових ПЕМВІН для різних літер алфавіту характеризуватиме, яка саме інформація (яка саме літера) відображається на екрані монітору, а збільшення діапазону змін амплітуд для різних літер, підтверджуватиме збільшення інформативності витоку інформації для даної літери.

Введемо єдину систему нумерації спектральних складових.

Позначимо кожну спектральну складову, як $f_{10,n}, n = 1, \dots, 33$, або $f_{30,n}, n = 1, \dots, 33$. Надалі дослідимо тут лише частоти ПЕМВІН, подані рис. 4 та рис. 5. Для $F_i = 1,079$ МГц. Це відповідає спектральним складовим сигналам, розрахованих відповідно до (2), від $k = 17981$ до $k = 18013$, а для $F_i = 1,248$ МГц - $k = 20823$ (табл. 2).

Порівняння результатів практичних досліджень з розрахованими спектрами сигналів витоку інформації з екранів моніторів

З метою з'ясування прийнятності моделі сигналів реальним сигналам витоку інформації з екранів моніторів на РКС використаємо вираз (2) для розрахунків на двох вузьких ділянках частот (з $i = 10$ та

$i = 30$), поданих табл. 1. З цією метою спочатку для восьми літер «А», «В», «Г», «Ж», «І», «О», «Щ» та «Ю», обраних серед інших літер за суб'єктивними візуальними ознаками більшого розрізнення однієї від іншої, практично знайдено з 66 спектральних складових найбільш інформативні. Інформативними вважалися ті складові, для яких різниці спектральних амплітуд для відповідної пари літер були максимальними.

В табл. 3 подано інформативні частоти розрізнення літер.

Далі відповідно до (2), з використанням табл. 2, розраховувалися різниці у спектральних амплітудах для k -х гармонік, що відповідають інформативним спектральним складовим. У табл. 4 подано різниці спектральних амплітуд для пар літер на частотах, заданих табл. 3.

Таблиця 2. Відповідність спектральних складових індексам розрахункових гармонік

$f_{10,1}$	$f_{10,2}$	$f_{10,3}$	$f_{10,4}$	$f_{10,5}$	$f_{10,6}$	$f_{10,7}$	$f_{10,8}$	$f_{10,9}$
$k = 17981$	$k = 17982$	$k = 17983$	$k = 17984$	$k = 17985$	$k = 17986$	$k = 17987$	$k = 17988$	$k = 17989$
$f_{10,10}$	$f_{10,11}$	$f_{10,12}$	$f_{10,13}$	$f_{10,14}$	$f_{10,15}$	$f_{10,16}$	$f_{10,17}$	$f_{10,18}$
$k = 17990$	$k = 17991$	$k = 17992$	$k = 17993$	$k = 17994$	$k = 17995$	$k = 17996$	$k = 17997$	$k = 17998$
$f_{10,19}$	$f_{10,20}$	$f_{10,21}$	$f_{10,22}$	$f_{10,23}$	$f_{10,24}$	$f_{10,25}$	$f_{10,26}$	$f_{10,27}$
$k = 17999$	$k = 18000$	$k = 18001$	$k = 18002$	$k = 18003$	$k = 18004$	$k = 18005$	$k = 18006$	$k = 18007$
$f_{10,28}$	$f_{10,29}$	$f_{10,30}$	$f_{10,31}$	$f_{10,32}$	$f_{10,33}$	$f_{30,1}$	$f_{30,2}$	$f_{30,3}$
$k = 18008$	$k = 18009$	$k = 18010$	$k = 18011$	$k = 18012$	$k = 18013$	$k = 20791$	$k = 20792$	$k = 20793$
$f_{30,4}$	$f_{30,5}$	$f_{30,6}$	$f_{30,7}$	$f_{30,8}$	$f_{30,9}$	$f_{30,10}$	$f_{30,11}$	$f_{30,12}$
$k = 20794$	$k = 20795$	$k = 20796$	$k = 20797$	$k = 20798$	$k = 20799$	$k = 20800$	$k = 20801$	$k = 20802$
$f_{30,13}$	$f_{30,14}$	$f_{30,15}$	$f_{30,16}$	$f_{30,17}$	$f_{30,18}$	$f_{30,19}$	$f_{30,20}$	$f_{30,21}$
$k = 20803$	$k = 20804$	$k = 20805$	$k = 20806$	$k = 20807$	$k = 20808$	$k = 20809$	$k = 20810$	$k = 20811$
$f_{30,22}$	$f_{30,23}$	$f_{30,24}$	$f_{30,25}$	$f_{30,26}$	$f_{30,27}$	$f_{30,28}$	$f_{30,29}$	$f_{30,30}$
$k = 20812$	$k = 20813$	$k = 20814$	$k = 20815$	$k = 20816$	$k = 20817$	$k = 20818$	$k = 20819$	$k = 20820$
$f_{30,31}$	$f_{30,32}$	$f_{30,33}$						
$k = 20821$	$k = 20822$	$k = 20823$						

Таблиця 3. Найбільш інформативні частоти розрізнення літер

	А	В	Г	Ж	Ї	О	Щ	Ю
А		$f_{10,2}$	$f_{30,4}$	$f_{10,23}$	$f_{30,31}$	$f_{10,5}$	$f_{30,8}$	$f_{10,7}$
В	$f_{10,2}$		$f_{10,1}$	$f_{10,16}$	$f_{30,2}$	$f_{30,8}$	$f_{10,4}$	$f_{30,11}$
Г	$f_{30,4}$	$f_{10,1}$		$f_{30,30}$	$f_{30,8}$	$f_{10,4}$	$f_{10,5}$	$f_{10,8}$
Ж	$f_{10,23}$	$f_{10,16}$	$f_{30,30}$		$f_{10,10}$	$f_{10,15}$	$f_{30,4}$	$f_{30,5}$
Ї	$f_{30,31}$	$f_{30,2}$	$f_{30,8}$	$f_{10,10}$		$f_{30,11}$	$f_{10,5}$	$f_{30,25}$
О	$f_{10,5}$	$f_{30,8}$	$f_{10,4}$	$f_{10,15}$	$f_{30,11}$		$f_{30,18}$	$f_{10,8}$
Щ	$f_{30,8}$	$f_{10,4}$	$f_{10,5}$	$f_{30,4}$	$f_{10,5}$	$f_{30,18}$		$f_{10,1}$
Ю	$f_{10,7}$	$f_{30,4}$	$f_{10,8}$	$f_{30,5}$	$f_{30,25}$	$f_{10,8}$	$f_{10,1}$	

Таблиця 4. Різниці амплітуд на інформативних частотах, в дБμV

	А	В	Г	Ж	Ї	О	Щ	Ю
А	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,82}{1,81}$	$\frac{-2,45}{-2,44}$	$\frac{1,645}{1,632}$	$\frac{0,815}{0,844}$	$\frac{-1,15}{-1,14}$	$\frac{2,75}{2,68}$	$\frac{-1,541}{-1,532}$
В	$\frac{-1,82}{-1,81}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,45}{0,444}$	$\frac{2,15}{2,14}$	$\frac{-0,82}{-0,81}$	$\frac{-0,75}{-0,724}$	$\frac{-0,25}{-0,234}$	$\frac{0,312}{0,3}$
Г	$\frac{2,45}{2,44}$	$\frac{-0,45}{-0,444}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-0,15}{-0,144}$	$\frac{0,121}{0,119}$	$\frac{1,22}{1,21}$	$\frac{-0,43}{-0,434}$	$\frac{-0,25}{-0,244}$
Ж	$\frac{-1,645}{-1,632}$	$\frac{-2,15}{-2,14}$	$\frac{0,15}{0,144}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-0,23}{-0,248}$	$\frac{0,65}{0,644}$	$\frac{1,25}{1,19}$	$\frac{-1,22}{-1,214}$
Ї	$\frac{-0,815}{-0,844}$	$\frac{0,82}{0,81}$	$\frac{-0,121}{-0,119}$	$\frac{0,23}{0,248}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-0,215}{-0,2}$	$\frac{-1,85}{-1,86}$	$\frac{2,45}{2,54}$
О	$\frac{1,15}{1,14}$	$\frac{0,75}{0,724}$	$\frac{-1,22}{-1,21}$	$\frac{-0,65}{-0,644}$	$\frac{0,215}{0,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,76}{0,735}$	$\frac{1,17}{1,24}$
Щ	$\frac{-2,75}{-2,68}$	$\frac{0,25}{0,234}$	$\frac{0,43}{0,434}$	$\frac{-1,25}{-1,19}$	$\frac{1,85}{1,86}$	$\frac{-0,76}{-0,735}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-0,95}{-0,89}$
Ю	$\frac{1,541}{1,532}$	$\frac{-0,312}{-0,3}$	$\frac{0,25}{0,244}$	$\frac{1,22}{1,214}$	$\frac{-2,45}{-2,54}$	$\frac{-1,17}{-1,24}$	$\frac{0,95}{0,89}$	$\frac{0}{0}$

У чисельнику подано розраховані відповідно до (2) значення, а у знаменнику – результати, отримані в ході практичних досліджень.

Відносна похибка розрахунків, якщо вважати практичні результати еталонними, не перевищує 7,26%. Найбільш простим способом протидії витоку інформації з екрану монітору є кадрова розгортка, частота якою змінюється за випадковим законом.

Висновки. Запропоновані в роботі [2] часові моделі сигналів витоку для моніторів ПЕОМ на рідинно-кристалевих структурах подають спектри для літер українського алфавіту шрифту Arial розміру у 500 кегель з відносною похибкою, що не перевищує 7,26%. До того, біля 90% отриманих даних не перевищують відносну похибку у 4,1 %.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Євграфов Д.В. Фізичні основи захисту інформації в радіоелектронній апаратурі: навч. посіб. / Д.В. Євграфов. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 176. с.

[2] Євграфов Д.В. Розрахункові спектри сигналів витоку інформації з екранів моніторів на рідкокристалевих структурах / Д.В. Євграфов, Ю.Є. Яремчук // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – Т. 23, №2, 2021. – С. 3–11.

УДК 004.4277.2.056.55

Yevgrafova D., Yaremchuk Yu. Information rates of information leakage from monitor screens on rare crystal structures

Abstract. The spectral representation of information leakage signals from monitor screens, on which one of the letters of the Ukrainian alphabet is displayed, is considered. It is shown that even for a small resolution of the spectral representation of letters, they differ for two similar-looking letters. The scheme of studies of spurious electromagnetic radiation and interference is substantiated, which makes it possible to distinguish letters on the monitor screen depending on the power of the spectral components of the leakage signals. A program for processing images of signal spectra is considered, which makes it possible to compare the spectral components of leakage signals for different letters. The calculated and real spectra of leakage signals are compared and a conclusion is made about the correctness of using the models of information leakage signals, depending on its content. The calculation of the most informative frequencies of information leakage signals for various letters of the Ukrainian alphabet, depending on the standard sizes of fonts and operating modes of the monitor on rare-crystal structures, has been substantiated. Recommendations are given on the simplest ways to counter information leakage from monitor screens associated with a change in the frame rate according to a pseudo-random law.

Keywords: side electromagnetic radiation and interference, screens on rare-crystal structures, Fourier coefficients of the information leakage spectrum, information content of information leakage frequencies.

Євграфов Дмитро Вікторович, здобувач наукового ступеня доктор технічних наук Вінницького національного технічного університету.

Yevgrafova Dmiro, applicant for a scientific degree, Doctor of Technical Sciences, Vinnytsia National Technical University.

Яремчук Юрій Євгенович, директор Центру інформаційних технологій та захисту інформації, професор кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем Вінницького національного технічного університету.

Yaremchuk Yuri, Director of the Center for Information Technologies and Information Protection, Professor of the Department of Management and Security of Information Systems, Vinnytsia National Technical University.

Отримано 21 березня 2022 року, затверджено редколегією 21 вересня 2022 року
