

*В.В. Бондирєв, М.Б. Дідик (УОТЗ УМВС України у Львівській області)*

*О.І. Зачек, к.т.н., В.М. Фірман, к.т.н., доц. (Львівський державний університет внутрішніх справ)*

*Б.О. Білінський, к.т.н. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ТА ПРИЙОМУ ВІДЕОЗОБРАЖЕННЯ

Розробка і впровадження нових спеціальних технічних пристроїв з метою підвищення ефективності роботи та забезпечення безпеки життєдіяльності підрозділів МНС та МВС є важливим завданням. І особливе місце серед таких пристроїв займають засоби відеоспостереження. Враховуючи вимоги і потреби сучасності, авторський колектив розробив і виготовив систему для передачі та прийому відеозображення, який складається з малогабаритних відеопередавача М-1 та відеоприймача STV-01.

Розробка і впровадження нових спеціальних технічних пристроїв з метою підвищення ефективності роботи та забезпечення безпеки життєдіяльності підрозділів МНС та МВС є важливим завданням [1,2]. І особливе місце серед таких пристроїв займають засоби відеоспостереження. Спільними зусиллями авторські колективи УОТЗ УМВС України у Львівській області, кафедри інформатики та спеціальної техніки Львівського державного університету внутрішніх справ та кафедри організації служби Львівського державного університету безпеки життєдіяльності розробили та виготовили систему для передачі та прийому відеозображення. Межі її застосування є дуже широкими: дистанційні передача та приймання відеосигналів по радіоканалу з частотною модуляцією сигналу підрозділами МНС України під час виконання рятувальних робіт, вибухотехнічних робіт та підрозділами МВС України під час проведення оперативно-технічних заходів, негласного відеоспостереження згідно з Законом України "Про оперативно-розшукову діяльність". Система складається з малогабаритних відеопередавача М-1 та відеоприймача STV-01. На відеоприймач STV-01 отримано патент України на корисну модель [3, 4], відеопередавач М-1 знаходиться в стадії патентування.

**Відеопередавач М-1** працює в комплексі з джерелом відеосигналів (відеокамера) і приймачем. Зовнішній вигляд відеопередавача М-1 без кришки показано на рис.1. В якості приймача використовується відеоприймач - STV-01 або аналоговий тюнер супутникового телебачення. При використанні передавальної антени типу чвертьхвильового вібратора і вихідній потужності порядку 200 мВт передача відеосигналу здійснюється на відстань до 250 м. Можливо суттєво збільшити радіус дії передавача, використовуючи направлену передавальну та приймальну антени.

При спробі спроектувати і виготовити відеопередавач в НВЧ діапазоні основною проблемою, є нестабільність частоти генератора. Єдиним ефективним методом досягнення високої стабільності частоти одночасно при можливості широкосмугової частотної модуляції є застосування синтезатора частоти на основі системи фазового автоналаштування частоти (ФАПЧ). Основою ФАПЧ є ВЧ генератор, керований напругою і мікросхема ФАПЧ, яка містить головний і опорний дільники та фазовий компаратор (ФК). Вихід ФК працює на фільтр низької частоти (ФНЧ), напруга, сформована ФНЧ керує частотою ВЧ генератора таким чином, щоб виконувалась умова захоплення  $F_{вч}/N = F_{оп}/M$ , де  $M$  та  $N$  - це числові значення, занесені в дільники  $M$  та  $N$  відповідно,  $F_{вч}$  - частота яку необхідно синтезувати,  $F_{оп}$  - частота опорного кварцованого генератора. Керування мікросхемою ФАПЧ і завантаження числових значень дільників здійснює процесор за допомогою двонаправленої послідовної шини, утвореної сигналами  $E$ ,  $DATA$ ,  $CLK$ . Протокол обміну даними і логіку роботи реалізовано програмно за допомогою мікроконтролера AT89C2051. Програмний код створено на мові ASSEMBLER і відлагоджено в середовищі розробки KeilMu Vision 3.0.

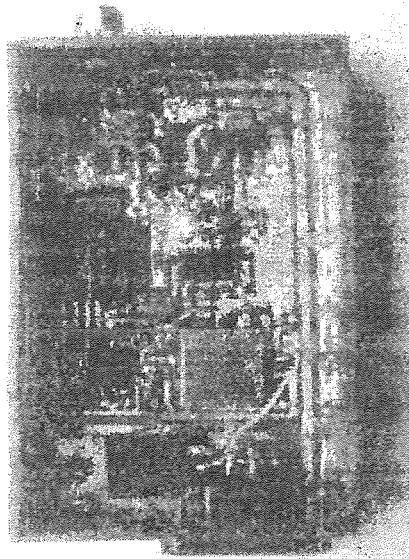


Рис. 1. Зовнішній вигляд відеопередавача М-1 без кришки

Безсумнівною перевагою заданого відеопередавача є висока повторюваність конструкції, мала собівартість та стабільність частоти. Вимога щодо стабільності частоти є особливо актуальною при проведенні відеоспостереження на відкритій місцевості передусім рухомих об'єктів, коли виникає необхідність обладнання елементів гардеробу (камуфляжу) співробітника засобами відеоспостереження. Собівартість виготовленого відеопередавача становить 300 грн., в той час як вартість аналогічних відеопередавачів промислового виробництва є досить високою (від 1000 грн і вище), а їх технічні характеристики (реальні) часто не відповідають заявленим паспортним. Як приклад, для відеопередавача "TX-800S-HP", придбаного за 1080 грн на фірмі "DAS", при номінальній напрузі живлення вихідна потужність становила 100 мВт (в паспорті заявлено 700 мВт), стабільність частоти виявилась незадовільною.

Важливою складовою відеопередавача є узгоджена передавальна антена. Характеристики вихідної потужності передавача та КСВ передавальної антени представлені відповідно на рис. 2 і 3. Виміри проведені на спектроаналізаторі „FSH - 3.0" фірми «Rohde & Schwarz»

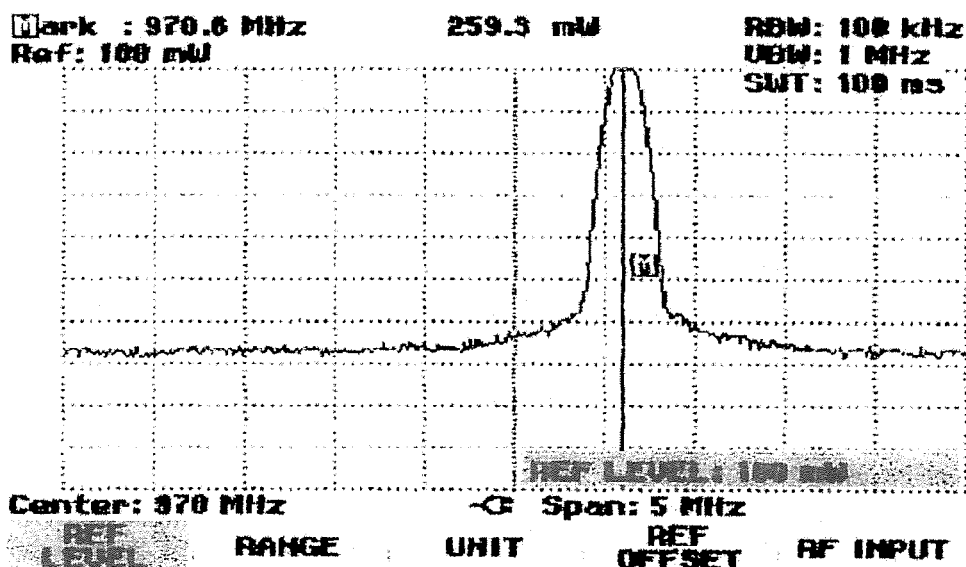


Рис. 2. Вихідна потужність відеопередавача

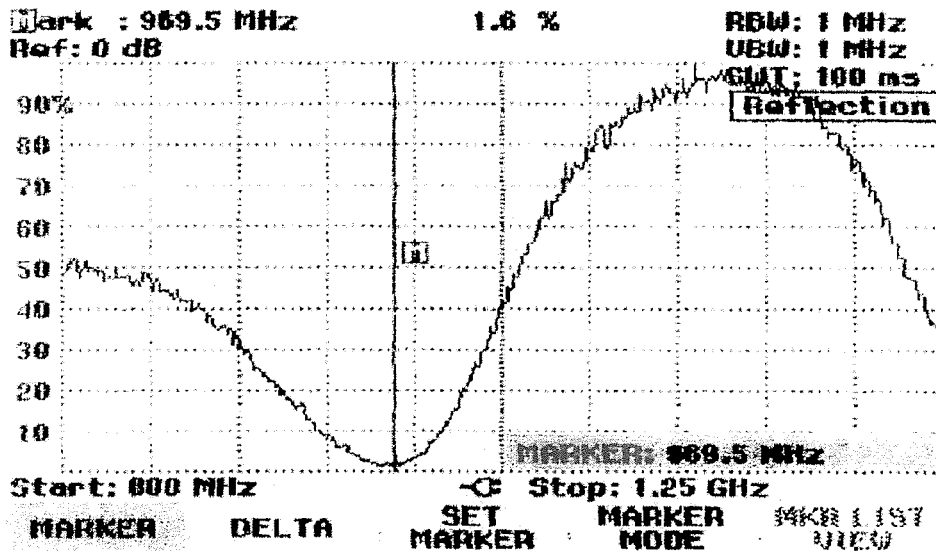


Рис. 3. Характеристика узгодження передавальної антени у смузі 800 -1250 МГц

### Основні тактико-технічні характеристики передавача М-1

- частота передачі відеосигналу в діапазоні	970,6 МГц
- тип модуляції	WFM
- ширина бічної смуги	6 МГц
- вихідна потужність	250 мВт
- напруга живлення	12 В
- струм споживання	250 мА
- габарити передавача	75x40x15 мм
- маса передавача	100 г

Відеоприймач "STV-01" є функціонально завершеним виробом. Приймач побудований на основі високочастотної частини тонера супутникового телебачення. Від існуючих відеоприймальних пристроїв розроблений приймач відрізняється точним налаштуванням частоти відеосигналу з кроком 95 кГц, в той час, як стандартний крок налаштування тонерів промислового виробництва становить 250 кГц, що є в 2,6 рази більше. При використанні передавальної антени типу чвертьхвильового вібратора і вихідній потужності 200 мВт прийом сигналу здійснюється на відстані до 250 м. Можливо суттєво збільшити радіус прийому при використанні направленої приймальної антени [5].

Відеоприймач STV-01 (рис. 4) містить високочастотний модуль на основі мікросхеми синтезатора частоти LC7215 фірми SANYO, яка утворює кільце фазового автоналаштування частоти (ФАПЧ) і дозволяє синтезувати частоту в межах 500 кГц - 20 МГц; мікроконтролер AT89S8252, що реалізує програмно протокол обміну даними і логіку роботи пристроїв; демодулятор проміжної частоти (ПЧ) звуку і підсилювач звукової частоти (ЗЧ); відеопідсилювач; кнопки налаштування частоти відеосигналу, світлодіодний індикатор частоти відеосигналу, роз'єми живлення та виходу відеосигналу. Гетеродин приймача працює в смузі 1340 – 2520 МГц. Сигнал високої частоти (ВЧ) з гетеродина попадає на вхід мікросхеми ФАПЧ через по ділник, що ділить частоту сигналу в 256 разів. Загальна формула роботи системи ФАПЧ:

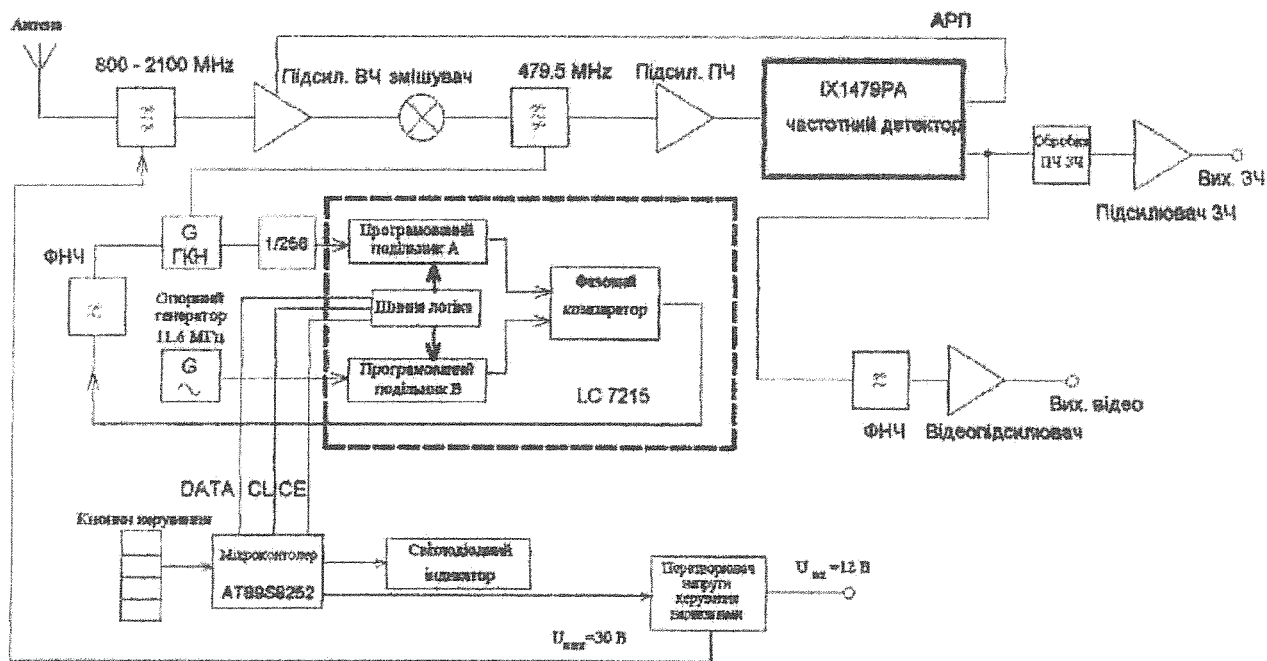


Рис. 4. Структурна схема приймача STV-01

$$F_{gen} = \frac{(Na * F_{ref})}{Nb}$$
, де  $F_{gen}$  - частота високочастотного генератора,  $F_{ref}$ -частота опорного генератора,  $Na$ ,  $Nb$  програмовані дільники відповідних генераторів. У відеоприймачі STV-01 сигнал ВЧ генератора перед тим, як попаде на вхід мікросхеми ФАПЧ, попередньо ділиться на 256. Тому для цього випадку формула ФАПЧ має вигляд 
$$F_{gen} = \frac{256 * (Na * F_{ref})}{Nb}$$
.

Перелаштування генератора здійснюється за допомогою занесення у регістри дільників нових коефіцієнтів ділення. З формули видно, що крок перелаштування за частотою  $\Delta F_{gen}$  є пропорційним до частоти опорного генератора  $F_{ref}$  і  $\frac{\Delta Na}{Nb}$  відношення, де  $Na$ - приріст дільника  $Na$ . Таким чином, щоб забезпечити мінімальний крок перелаштування по частоті, необхідно щоб значення  $F_{ref}$  було мінімальним, а  $Nb$  - максимальним для даного значення  $\Delta Na$ , Проте, необхідно досягнути певного компромісу між швидкістю мікросхеми ФАПЧ, яка визначається частотою  $F_{ref}$ , максимальною синтезованою частотою, яка залежить від значення  $Nb$  і бажаним мінімальним кроком перелаштування за частотою. Розрядність програмованих дільників 14 *bit*, таким чином, максимально можливий коефіцієнт ділення становить 32768. Максимальна частота, яку необхідно отримати, дорівнює 2519,5 МГц (проміжна частота тонера 479,5 МГц). На основі цих вихідних даних було обрано частоту опорного генератора 11,6 МГц,  $Nb$  -значення програмованого дільника обрано сталим і рівним 32768, відповідно значення програмованого дільника  $Na$  склало 27801 на частоті 2519,5 МГц, та 14780 на частоті 1339 МГц. Для таких значень дільників і частоти опорного генератора крок перелаштування за частотою становить 95 кГц. Керування мікросхемою ФАПЧ здійснюється за допомогою двонаправленої послідовної шини, утвореної сигналами CE, DATA, CL, які визначають режими роботи мікросхеми і значення частоти, що синтезується. Мікроконтролер AT89S8252 обслуговує клавіатуру, керує мікросхемою синтезатора (для заданої частоти обчислює коефіцієнти, які пересилаються в програмовані регістри мікросхеми ФАПЧ), здійснює індикацію частоти на світлодіодному індикаторі, запам'ятовує

частоти прийому у власній енергонезалежній пам'яті (до 4 каналів). Програмний код створено на мові ASSEMBLER і відлагоджено в середовищі розробки Mu Vision 2.V2.01. У схемі відеоприймача для формування напруги керування, яка подається на варикапи, застосовано перетворювач, зібраний на транзисторному ключі, частота перемикачання якого була обрана такою, що дорівнює частоті стрічкової розгортки телевізійного сигналу і становить 15625 Гц для зменшення впливу перетворювача на відеолідсилу і уникнення спотворення зображення.

### Основні тактико-технічні характеристики приймача STV-01

- частота прийому відеосигналу в діапазоні	860-2040 МГц
- тип модуляції	FM
- кількість програмованих каналів	4
-напруга живлення	12 В
-струм споживання	150 мА
-габарити приймача	80х60х20 мм
-маса приймача	100 г

При необхідності передачі відеосигналу по радіоканалу вмикають відеоприймач, за допомогою кнопок налаштування частоти відеосигналу налаштовують відеоприймач на частоту відеосигналу передавача і здійснюють прийом відеосигналу.

Отже, при малій собівартості виготовлення, малих габаритах і масі та високих експлуатаційних показниках система відеоспостереження дозволяє більш ефективно вирішувати завдання, які стоять перед підрозділами МНС та МВС, забезпечуючи безпеку їх життєдіяльності.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційний інформаційний сервер МНС України // <http://mns.gov.ua/daily/showdailyarchive.php?m=1>
2. Офіційний інформаційний сервер МНС України // <http://mns.gov.ua/daily/showdailyarchive.php>
3. Дідик М.Б., Бондирев В.В., Фірман В.М., Зачек О.І., Сенік В.В., Горпинченко Є.Г., Слижук В.М. Деклараційний патент України на корисну модель № 12904 "Малогабаритний відеоприймач STV-01" // Видано згідно заявки № и 2005 05726 від 13.06.2005 р. - 6 с.
4. Дідик М.Б., Бондирев В.В., Фірман В.М., Зачек О.І., Сенік В.В., Горпинченко Є.Г., Слижук В.М. "Малогабаритний відеоприймач STV-01" // Промислова власність. Офіційний бюлетень. - Київ, 2006. - № 3. - С. 5.187.
5. Дідик М.Б., Сенік В.В., Фірман М.В. "Малогабаритний відеоприймач STV-01" // Матеріали науково-практичного семінару "Проблеми інформаційного забезпечення діяльності практичних підрозділів ОВС та впровадження інформаційних технологій в навчальний процес" 17 грудня 2004 р., ЛІОІ МВС України, Львів. - 2004. - С. 113.