

УДК 519.87:316.458.6

О.А. Кононова, В.С. Рак, С.П. Браславець

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## ОПИС ПРИБОРУ ТЕСТУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМ НА ЗРАЗКАХ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

В статті описується загальна та структурна схеми пристрою сумісного з ІВМ комп'ютером, за допомогою якого здійснюється тестування ІМС на зразках озброєння та військової техніки з урахуванням досвіду проведення антитерористичної операції.

**Ключові слова:** метрологічне забезпечення, озброєння та військова техніка, інтегральні мікросхеми.

### Вступ

**Постановка задачі.** Метрологічне забезпечення бойових дій в умовах виконання завдань захисту Держави в антитерористичній операції на Сході України полягає у підтриманні у бойовій готовності зразків озброєння та військової техніки. В зоні проведення антитерористичної операції ці питання покладаються на обслуговування метрологічних ремонтно-відновлювальних груп, яка відновлює системи управління на зразках озброєння та військової техніки. Архітектурно системи управління зразків озброєння та військової техніки складаються із мікросхем, основними із яких є інтегральні. Виконуючи відновлення систем управління на зразках озброєння та військової техніки, обслуга метрологічних ремонтно-відновлювальної групи, здійснює контроль на працездатність, а також відповідність технічним умовам і параметрам ДСТУ інтегральних мікросхем (ІМС).

При цьому, необхідно розуміти, що несправність якої-небудь однієї деталі може викликати вихід з ладу інших деталей, вузлів, а можливо, і всього зразка озброєння та військової техніки в цілому. Тому контроль та визначення параметрів ІМС обслуговування ремонтно-відновлювальних груп на зразках озброєння та військової техніки, якій здійснюється за допомогою відповідного пристрою, є актуальною науково-прикладною задачею, описом якого й присвячена стаття.

**Аналіз літератури.** Принципи й організаційні основи метрологічного забезпечення, а також роль й місце метрологічного забезпечення Збройних Сил України, з урахуванням досвіду проведення антитерористичної операції, викладено в статті [1] та в наказах [4, 5]. Методика прогнозування можливостей метрологічних підрозділів з відновлення пошкоджених засобів вимірювальної техніки військового призначення зразків озброєння та військової техніки військ (сил) надана в статті [2]. Види та методи оцінювання результатів вимірювання засобами вимірювальної техніки викладено в статті [3]. Нажаль

в літературі [1-5] питання, які пов'язані з описом пристрою за допомогою якого здійснюється контроль та визначення параметрів ІМС на зразках озброєння та військової техніки в зоні проведення антитерористичної операції не розглядалися.

**Метою статті** є опис пристрою за допомогою якого здійснюється контроль та визначення параметрів ІМС на зразках озброєння та військової техніки в зоні проведення антитерористичної операції.

### Основний матеріал

Обслуги метрологічних ремонтно-відновлювальних груп, які залучаються до проведення антитерористичної операції, здійснюють відновлення систем управління на зразках озброєння та військової техніки за допомогою пристрою, що підключає до ІВМ- сумісного комп'ютера, призначено для тестування й визначення типу ІМС методом сигнатурного аналізу ІМС ТТЛ (серії ДО 155, ДО555, ДО531, ДО 1531) і КМОП (серії ДО176, ДО561, ДО1561), а також визначення логіки, що дозволяє робити перевірку всіх статичних режимів роботи цих ІМС.

Загальна структурна схема наведена на рис. 1.

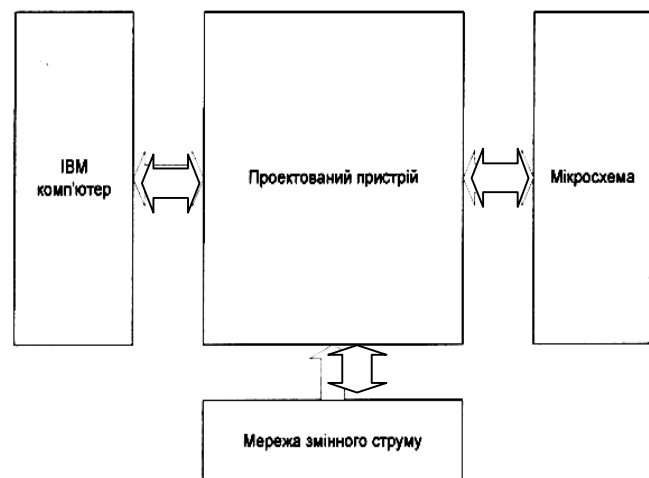


Рис. 1. Загальна структурна схема пристрою сумісного з ІВМ комп'ютером, за допомогою якого здійснюється тестування ІМС на зразках озброєння та військової техніки

Живлення приладу здійснюється від мережі змінного струму  $\sim 220$ В. Обмін даними між пристроєм і комп'ютером здійснюється за допомогою порту принтера LPT. Мікросхема вставляється в колодку, розташовану на корпусі пристрою за допомогою якого здійснюється тестування ІМС. LPT-порт комп'ютера в нормальному режимі являє собою паралельний регістр, що має 12 ліній на вихід і 5 ліній на вхід.

Оскільки ІМС мають найрізноманітнішу структуру, то цього явно недостатньо для тестування ІМС, що мають, наприклад, 6 входів і 16 виходів (D0155ИДЗ), або 21 вхід й 1 вихід (D0155КП1). В

наслідок чого, здійснюється нарощування розрядності LPT- порту, шляхом введення вхідних запам'ятовувальних регістрів, вихідних мультиплексерів і дешифратора, якій здійснює управління записом у регістри й зчитування даних за допомогою мультиплексерів відповідно. Застосування в цьому випадку вихідних мультиплексерів, а не регістрів, обумовлено спрощенням схеми, й можливо завдяки статичному характеру сигналів на виходах повіряємої ІМС. Стандартний LPT- порт комп'ютера має на виході TTL-рівні. Структурна схема пристрою представлена на рис. 2.

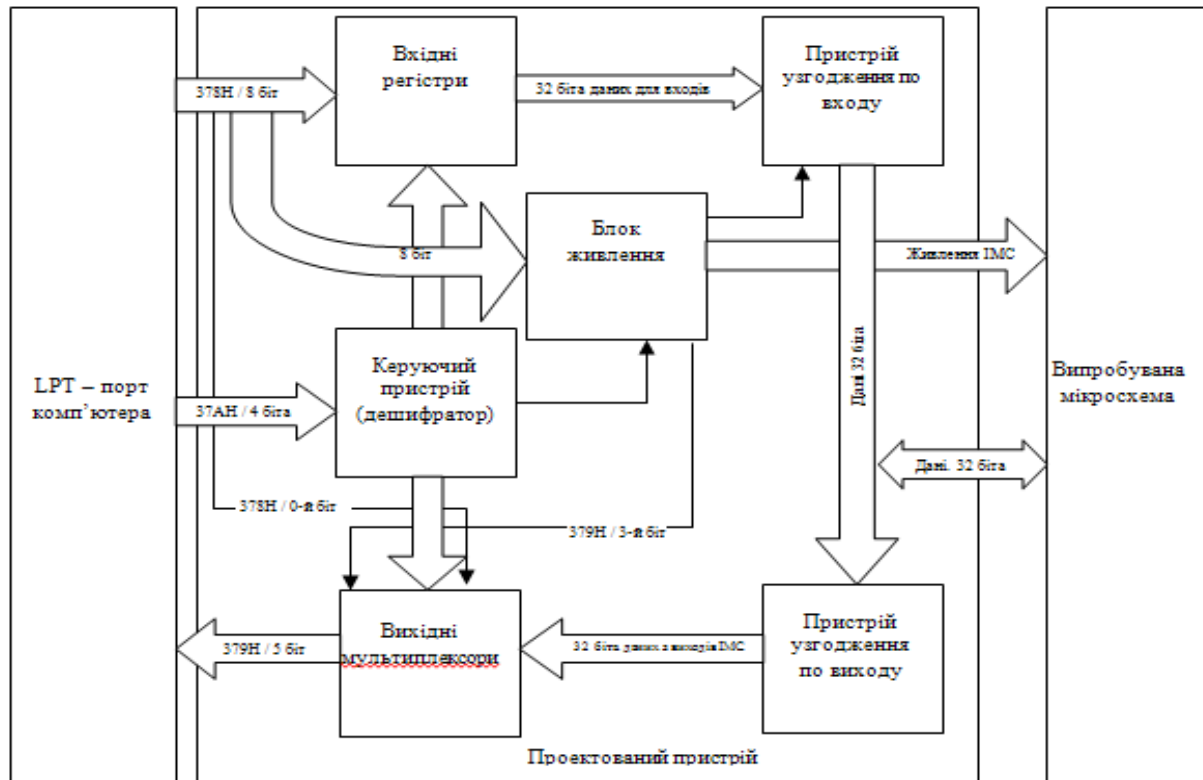


Рис. 2. Структурна схема пристрою сумісного з IBM комп'ютером, за допомогою якого здійснюється тестування інтегральних мікросхем на зразках озброєння та військової техніки

Вхідні регістри що запам'ятовують виставлені значення, призначені для подачі на вхід мікросхеми. Вихідні мультиплексори призначені для зчитування сигналів з виходів мікросхеми. В пристрою використовуються 32 розряди (оскільки максимальне число виходів мікросхем TTL - і КМОП-логіки не перевищує 32). Число вхідних і вихідних ліній LPT-порту обмежено. Найбільш ефективним і зручним для програмування є використання 8-ми вихідних ліній LPT-порту для запису даних у регістри й 4-х вхідних ліній LPT-порту для зчитування даних з мультиплексерів. Для запису даних знадобляться чотири 8-розрядних регістри, для зчитування даних - чотири двох входових 4-розрядних мультиплексера. Оскільки вхідні й вихідні лінії розділені (для входу й виходу використовуються різні фізичні лінії

LPT-порту), то мультиплексори адресуються паралельно регістрам (для адресації знадобиться 4-і лінії замість 8-ми). При цьому, для управління вибіркою входів мультиплексерів використовується один біт LPT-порту на вихід (0-й біт порту 378H). У блоці живлення використовуються ще три 8- розрядних регістри (2 на управління й 1 на комутацію), які використовують ще 3 адресні лінії. Таким чином, для адресації 7-ми регістрів існує 3 додаткові лінії LPT-порту (37AH) на виході (адресуємі за допомогою дешифратора  $3 \times 8$ ) і одна лінія порту 37AH вихід якої використовується для управління записом у регістри.

Пристрій призначений як для тестування мікросхем TTL, так і для тестування мікросхем КМОП. Крім вхідних запам'ятовувальних регістрів існує

пристрій погодження по входу (для перетворення вихідних ТТЛ-уровнів регістрів у рівні повіряємої ІМС (КМОП або ТТЛ, залежно від серії). Зчитування даних з виходів повіряємої ІМС, перед входами мультиплексорів здійснюється пристроєм узгодження по виходу (перетворення вихідних КМОП або ТТЛ сигналів у ТТЛ-рівні).

При визначенні типу ІМС для кожного розряду задалегідь невідомо, чи підключений до нього вихід мікросхеми є входом або виходом. Тому струм, що протікає через її вихід, обраний таким чином, щоб забезпечити максимально можливий вхідний струм для перевірки серії. При цьому струм виходу деяких ІМС менше вхідного струму. Тому при визначення типу ІМС, необхідно враховувати розходження вхідних/вихідних струмів для ІМС КМОП і ТТЛ серій.

Блок живлення пристрою забезпечує необхідне живлення апаратної частини пристрою. Величини напруги й максимально споживаного струму в ланцюзі навантаження встановлюються програмно. Регулювання напруги й струму здійснюється для того, щоб мати можливість виміряти мінімальну напругу живлення й максимально споживаний струм для кожного конкретного екземпляра ІМС.

8-розрядні регістри забезпечують східчасте регулювання в  $2^8=256$  значень напруги. Таким чином, при опорній напрузі в 9в, крок дорівнює  $9в/256 \approx 0.04в$ , цього цілком достатньо для регулювання напруги живлення ІМС. Так як максимально припустимий споживаний мікросхемою струм обраний  $\sim 250ма$ , то змінюючи коефіцієнт підсилення перетворювача можна домогтися дискретності зміни струму в  $250ма/256 \approx 1ма$ . Для визначення реально споживаного струму такої точності буде цілком достатньо. Для зчитування стану пристрою порівняння споживаного струму існує ще один розряд LPT-порту на введення (3-й біт порту 379Н).

Оскільки в різних ІМС живлення подається на різні виходи (наприклад, у Д0155ІА3 - 14 і 7 виходи, а в Д0155ІЕ2 - 5 і 10 виходи для подачі +5в і GND відповідно), передбачено всі варіанти подачі живлення на різні виходи колодки, призначеної для ІМС що перевіряється. Існують 6 варіантів включення "+" живлення й 3 варіанти включення GND (ІМС вставляється зі зсувом убік 16-го контакту колодки, "ключ" мікросхеми при цьому повинен бути спрямований убік 1-го контакту колодки).

Для реалізації програмного управління напругою живлення й струмом споживання ІМС у якості ЦАП обраний Д0572ПА1А, якій відповідає вимогам розрядності ( $\geq 8$  біт) й швидкодії ( $< 100мкс$ ). ІМС є помножуючий ЦАП, виконаний по КМОП технології, яка призначена для перетворення паралельного 10-розрядного двійкового коду на цифрових входах у струм на аналоговому виході, якій пропорційний значенням коду й (або) опорної напруги. ІМС поставля-

ється в герметичному 16-вивідному металокерамічному корпусі типу 201.16-8 із дворядним вертикальним розташуванням висновків. Умовне графічне позначення ЦАП Д0572ПА1А наведено на рис. 3.

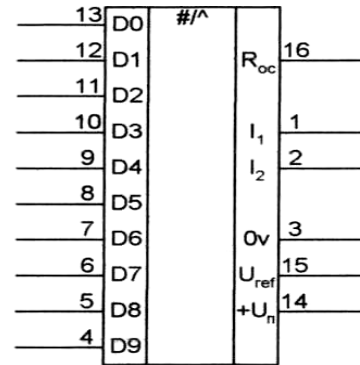


Рис. 3. ЦАП Д0572ПА1А

Для запам'ятовування виставлених значень в якості вхідних регістрів необхідно мати 8 - бітні паралельні регістри із сумарним числом, які запам'ятовують 32 біта. Ці регістри повинні мати вхід запису, що працює згідно такту, вхід дозволу паралельного завантаження, швидкодію  $< 100мкс$ . Вони не повинні мати Z-стан (щоб не було невизначених рівнів сигналів). Цим вимогам відповідають регістри Д0555ІР27. В якості регістрів комутації управління напругою й струмом існує 4 мікросхеми Д0555ІР27, оскільки вони забезпечує необхідну розрядність (8 біт), управління (запис / запам'ятовування / зберігання) і швидкодія. Мікросхема регістру Д0555ІР27 виконана в пластмасовому корпусі 1400.20-2 із дворядним вертикальним розташуванням виходів. Умовне графічне позначення мікросхеми Д0555ІР27 наведено на рис. 4.

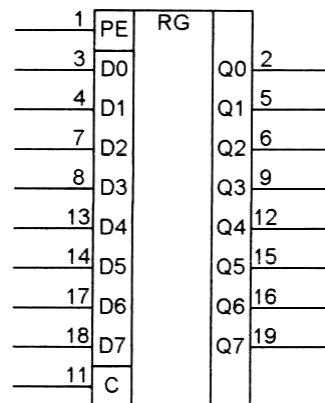


Рис. 4. Регістр Д0555ІР27

В якості управляючого пристрою використовується дешифратор з кількістю входів 3, кількістю виходів не менш 7 і швидкодією  $< 100мкс$ . Цим вимогам відповідає мікросхема Д0555ІД7. Це двоїчно - десятковий дешифратор - демультіплексор, якій перетворює трирозрядний код А0...А2 у напругу низького рівня, яка з'являється на одному з восьми виходів /0.../7. Цю же мікросхему можна обрати в

якості дешифратора у пристрої комутації живлення як у ланцюзі "+" живлення, так і в ланцюзі GND. Мікросхема виконана в пластмасовому корпусі 238.16-2 із дворядним вертикальним розташуванням виходів. Умовне графічне позначення мікросхеми дешифратора Д0555ИД7 наведено на рис. 5.

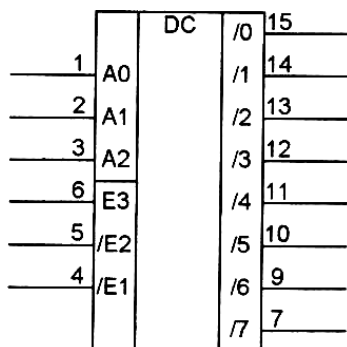


Рис. 4. Дешифратор Д0555ИД7

Для зчитування даних з виходів повіряємої мікросхеми (для перекладу 4-бітного коду в 8-бітний) існують двох входів 4-канальні мультиплексори без інверсії, із сумарним числом зчитувальних біт - 32 і швидкодією <100мкс. Цим вимогам відповідають 4 мікросхеми Д0555КП11. Мікросхема виконана в пластмасовому корпусі 238.16-2 із дворядним вертикальним розташуванням виводів. Умовне графічне позначення мікросхеми мультиплексору Д0555ИД7 наведено на рис. 6.

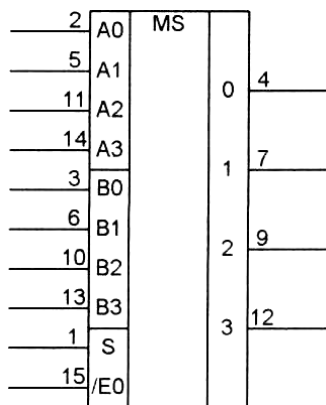


Рис. 6. Мультиплексор К555КП11

## Висновки

1. В статі описано пристрій за допомогою якого здійснюється контроль та визначення параметрів ІМС на зразках озброєння та військової техніки в зоні проведення антитерористичної операції.

2. Пристрій призначено для тестування й визначення типу ІМС методом сигнатурного аналізу ІМС ТТЛ (серії ДО 155, Д0555, Д0531, ДО 1531) і КМОП (серії Д0176, Д0561, Д01561).

3. За допомогою пристрою визначається логіка, що дозволяє робити перевірку всіх статичних режимів роботи ІМС, які перевіряються обслугою метрологічних ремонтно-відновлювальної груп в зоні проведення антитерористичної операції.

## Список літератури

1. Кононов В.Б., Копащинський С.А., Коваль О.В. Метрологічне забезпечення у сфері оборони в умовах проведення антитерористичної операції // Зб. наук. пр. ХНУПС 2017.-№ 4(53)-С.144-147.

2. Кононов В.Б. Методика прогнозування можливостей метрологічних підрозділів з відновлення пошкоджених засобів вимірювальної техніки військового призначення //Авиационно-космическая техника и технология.— Харків: НАУ ХАИ—2011.-№ 8 (85) -С.231 – 234.

3. Кононов В.Б. Види та методи оцінювання результатів вимірювання засобами вимірювальної техніки // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. ХУПС. – Вип.5 (95). – Харків, 2011. – С. 45–49.

4. Наказ Міністра оборони України від 15.12.2006 № 731 “Про затвердження нормативних документів з метрології та метрологічної діяльності.”

5. Наказ начальника Центрального управління метрології і стандартизації “Про затвердження Керівництва з організації виробничої діяльності військових метрологічних лабораторій в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України” від 14.05.2007 № 2.

Надійшла до редколегії 19.10.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Більчук, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

## ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ НА ОБРАЗЦАХ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

О.А. Кононова, В.С. Рак, С.П. Браславец

В статье описывается общая и структурная схемы устройства совместимого с IBM компьютером, при помощи которой осуществляется тестирование ИМС на образцах вооружения и военной техники с учётом опыта проведения антитеррористической операции.

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение, вооружение и военная техника, интегральные микросхемы.

## DESCRIPTION OF THE INTEGRATED MICROCIRCUIT TESTING DEVICE ON SAMPLES OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT

O.A. Kononova, V.S. Cancer, S.P. Braslaviec

The article describes the general and structural diagram of an IBM-compatible computer that tests IMS on weapons and military equipment samples, taking into account the experience of conducting anti-terrorist operations.

**Keywords:** metrological support, armament and military equipment, integrated microcircuits.