

Dariusz ŁOŚ, Maciej RUSIN

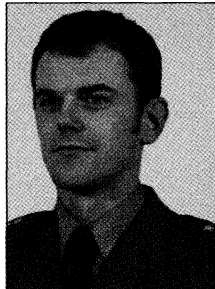
CENTRALNY OŚRODEK METROLOGII WOJSKOWEJ

Automatyzacja procesów kalibracji przyrządów pomiarowych i infrastruktura informatyczna w COMW**Kpt. mgr Dariusz ŁOŚ**

Starszy inżynier Zakładu Badań i Opracowań Metrologicznych w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej od 1995 r.

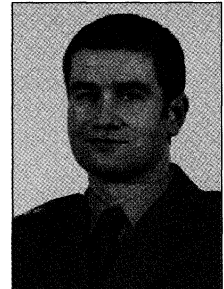
Studia wyższe ukończył w Szkole Głównej Handlowej na kierunku przetwarzanie danych w 1995 roku. Podwyższał swoje kwalifikacje na wielu kursach specjalistycznych. W Ośrodku zajmuje się wdrażaniem technik informatycznych do procesu kalibracji przyrządów pomiarowych w wojskowych laboratoriach metrologicznych oraz technik internetowych w organizacji pracy personelu.

dareklos@comw.com.pl

**Por. mgr inż. Maciej RUSIN**

Absolwent Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Pracuje w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej w Zielonce od 1998 roku na stanowisku starszego inżyniera, początkowo w pracowni mikrofalowej, a od 2001 roku w pracowni radioelektronicznej. Zajmuje się automatyzacją kalibracji elektronicznych przyrządów pomiarowych.

mrusin@comw.com.pl

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono problematykę budowy i użytkowania systemów automatycznej kalibracji przyrządów pomiarowych oraz wykorzystanie współczesnej techniki informatycznej w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej.

Abstract

The issues of construction and using of the automated calibration systems of measuring instruments and applying contemporary IT technology in Primary Standards Laboratory are presented in the article.

Słowa kluczowe: automatyczny system kalibracji, technika informatyczna
Keywords: automated calibration system, IT technology

1. Wstęp

Command, Control, Communication, Computers, Intelligence, Information w skrócie **C⁴I²** to jeden z wyznaczników nowoczesności oraz skuteczności współczesnych sił zbrojnych. Przewijał się on przez łamy prasy nie tylko fachowo-wojskowej, ale również codziennej, szczególnie przy okazji relacji z działań zbrojnych w Afganistanie oraz z ostatniej operacji „Iraqi Freedom”. Z pewnym uproszczeniem można przyjąć, że za powyższym terminem kryje się m.in.:

- zebranie w czasie rzeczywistym maksymalnej ilości informacji o aktualnej sytuacji na danym teatrze działań wojennych ze wszystkich dostępnych źródeł,
- przetworzenie zebranych informacji i zobrazowanie ich w sposób maksymalnie przejrzysty, ułatwiający z jednej strony ogarnięcie całej sytuacji, a z drugiej podjęcie na jej podstawie decyzji,
- kierowanie na bieżąco działaniami bojowymi, z błyskawiczną reakcją na rozwój sytuacji, tak aby być zawsze „o krok do przodu” w stosunku do działań przeciwnika.

C⁴I² oznacza w praktyce nasylenie sił zbrojnych arsenałem nowoczesnych środków od wyposażenia pojedynczego żołnierza począwszy (miniaturowe systemy rozpoznania i wizualizacji danych, w tym przekazywanych z wyższego szczebla) na połączonym systemie równie awangardowego rozpoznania i dowodzenia szczebla operacyjnego skończywszy. Wykorzystania na szeroką skalę osiągnięć technik informatycznych oraz szeroko pojętej automatyzacji do kierowania zorganizowanym działaniem dużych zespołów ludzkich ukierunkowanych na osiągnięcie pewnego celu jest dla nowoczesnej armii początku XXI wieku po prostu codziennością.

W procesie utrzymania gotowości bojowej sprzętu metrologia odgrywa kluczową rolę. Nowoczesnemu wyposażeniu wojskowemu muszą towarzyszyć adekwatne techniki pomiarowe wspomagane również nowoczesnym, najlepiej wielofunkcyjnym wyposażeniem przyrządowym wraz ze stosownym, przyjaznym dla użytkownika

oprogramowaniem. Automatyzacja systemów i procesów pomiarowych jest drogą właściwą do zapewnienia właściwej obsługi skomplikowanej techniki współczesnego pola walki, przy zachowaniu oczekiwanych proporcji koszt/efekt, a informatyzacja zarówno jako składnik procesu automatyzacji jak i element sam w sobie czyni ten proces skuteczniejszym.

2. Automatyzacja jako element procesu zabezpieczenia metrologicznego techniki bojowej w Wojsku Polskim

Osiągnięcie standardu **C⁴I²** to również jeden z celów naszych Sił Zbrojnych. Jest to czynione stopniowo, na miarę naszych aktualnych potrzeb, a przede wszystkim w miarę uzyskiwania niezbędnych środków budżetowych. Szeroko rozumiane zabezpieczenie metrologiczne, na które składa się baza przyrządowa wraz z całokształtem przedsięwzięć organizacyjno-technicznych zapewniających należyte funkcjonowanie struktur metrologicznych, jako element całościowego zabezpieczenia logistycznego techniki wojskowej, jest jednym z gwarantów realizacji tego zadania.

Z punktu widzenia zabezpieczenia metrologicznego najważniejszy jest przyrząd pomiarowy, służący do bezpośredniego pomiaru parametrów technicznych uzbrojenia i sprzętu wojskowego. Na utrzymanie jego sprawności i metrologicznej wiarygodności ukierunkowane są działania całej struktury Metrologii Wojskowej naszych Sił Zbrojnych. Z tak pojętej roli metrologii w wojsku wynika konieczność zapewnienia użytkownikowi w pełni wiarygodnego narzędzia pomiarowego, gwarantującego, przy właściwym użytkowaniu, rzetelny pomiar charakterystyk techniczno-bojowych eksploatowanego sprzętu. Wysoka jakość dokonywanych usług metrologicznych ma tutaj decydujące znaczenie. O jakości usług metrologicznych decyduje jakość wzorców, przy pomocy których kalibrowany jest przyrząd, zastosowana metoda pomiarowa, warunki środowiskowe w jakich dokonuje się kalibracji, fachowość personelu inżynierijno-technicznego, możliwość naprawy przyrządu, w przypadku stwierdzenia jego niesprawności. Elementami równie ważnymi są krótki termin wykonania i możliwie niski koszt usług metrologicznych.

Centralny Ośrodek Metrologii Wojskowej jako centralne wojskowe laboratorium pomiarowe, główny element hierarchicznego systemu przekazywania jednostek miar w resorcie Obrony Narodowej, w powiązaniu z państwowym systemem miar, jest szczególnie predystynowany do wdrażania wszelkich rozwiązań służących skutecznej realizacji aktualnych oraz przyszłościowych zadań stojących przed Metrologią Wojskową. W świetle poprzednich rozważań należy przyjąć, że wraz z rozwojem naszych Sił Zbrojnych będzie przybierało coraz bardziej skomplikowanych zadań przy jednoczesnym

dozowaniu środków przeznaczonych na ich wykonanie. Pewnych, dodajmy dużych kosztów, związanych z doposażeniem laboratoriów pomiarowych w przystosowany do aktualnych wymagań sprzęt pomiarowy pominąć się nie da. Optymalizacji podlegać będzie zarówno wprowadzanie nowoczesnego oprogramowania (częściowo zakup, częściowo kreowanie własnego oprogramowania - szczególnie procedur pomiarowych) jak i proces ustawicznego kształcenia kadr inżyniersko-technicznych (ograniczone doksztalcanie na coraz droższych kursach przy jednoczesnym szerokim propagowaniu uzyskanej tą drogą wiedzy). Automatyzacja procesów kalibracji przyrządów pomiarowych wydaje się na tym tle, jedną z najbardziej efektywnych technicznie i ekonomicznie przekonywujących dróg prowadzących do szybkiego wypełnienia przedmiotowych zadań.

Niemal do połowy lat dziewięćdziesiątych proces automatyzacji procesów pomiarowych w laboratoriach wojskowych był utrudniony. Wojsko Polskie użytkowało w zdecydowanej większości sprzęt produkcji byłego ZSRR, w tym, dostosowany do ówczesnych wymagań, sprzęt pomiarowy. Przyrządy pomiarowe produkcji zachodniej, niezbyt liczne, pojawiały się głównie w laboratoriach pomiarowych najwyższego rzędu. Niska podatność eksploatowanego sprzętu na procesy automatyzacji, konieczność stosowania zewnętrznych interfejsów, trudności w określeniu wartości sygnałów wejściowych dla danego interfejsu, a przede wszystkim mała ilość sprzętu komputerowego, o ograniczonych możliwościach to codzienność początków automatyzacji w Ośrodku. Pomimo tych trudności właśnie wtedy uruchomiono pierwsze, automatyczne stanowisko pomiarowe do kalibracji płytek wzorcowych (rys. 1), wykorzystujące jako sterownik komputer Commodore. Wykonanie kolejnego kroku możliwe było po pojawieniu się komputerów klasy PC AT, 386 i 486 opartych na mikroprocesorach Intel oraz kart komunikacji z przyrządami pomiarowymi standardu IEEE-488. Dawało to możliwość projektowania rozbudowanych systemów pomiarowych opartych o tę właśnie magistralę komunikacji (przykład zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu). Do tworzenia różnorodnego oprogramowania wykorzystywano ogólnodostępne edytory tekstu (Lotus AmiPro, Microsoft Word), arkusze kalkulacyjne (Microsoft Excel) oraz język programowania Visual Basic. Na ich bazie powstawało szereg aplikacji wspomagających proces kalibracji, obróbki i edycji wyników (protokoły, świadectwa kalibracji).

Pomimo tych wdrożeń proces kalibracji zdecydowanej większości przyrządów pomiarowych nadal odbywał się ręcznie, co przy wzrastającej ich liczbie oraz coraz częściej wielofunkcyjności (zwiększenie liczby mierzonych parametrów) owocowało m.in. wydłużaniem się czasokresu kalibracji, a tym samym skróceniem czasu dostępności przyrządu dla właściwej obsługi sprzętu bojowego.

Otwarcie się rynków zachodnich na nasz kraj, pozwoliło na wykonanie milowego kroku ku nowoczesności. Zakupiono m.in. nowoczesne kalibratory uniwersalne i wielofunkcyjne z wzmacniaczami, multimetry, testery itp., rozszerzając możliwości techniczne laboratoriów pomiarowych i znacząco skracając czas kalibracji jednostkowego przyrządu pomiarowego. Kolejnym skutkiem otwarcia jest pozyskanie nowoczesnego oprogramowania do kalibracji automatycznej. Jest ono dostarczane przez producentów przyrządów pomiarowych (dobrym przykładem jest oprogramowanie do kalibracji testerów radiokomunikacyjnych) lub kupowane oddzielnie, jak to ma miejsce w przypadku specjalistycznego oprogramowania Met/Cal, obejmującego swym działaniem cały proces kalibracji łącznie z analizą i opracowaniem wyników. Na jego bazie opracowano w COMW szereg procedur półautomatycznej lub automatycznej kalibracji wielu typów przyrządów pomiarowych.

3. Praktyczna realizacja automatycznej kalibracji elektronicznych przyrządów pomiarowych

W Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej utworzono szereg stanowisk do półautomatycznej oraz automatycznej kalibracji

różnorodnych przyrządów pomiarowych. Dużą ich grupę stanowią stanowiska do kalibracji elektronicznych przyrządów pomiarowych, z których kilka zostanie przedstawionych bliżej w dalszej części artykułu. Prezentowane stanowiska zostały podzielone umownie na:

- stanowiska pomiarowe wykorzystujące własne oprogramowanie kalibracyjne,
- stanowiska pomiarowe wykorzystujące kalibracyjne oprogramowanie producenta,
- stanowiska pomiarowe wykorzystujące specjalistyczne oprogramowanie kalibracyjne.

3.1. Stanowiska pomiarowe wykorzystujące własne oprogramowanie kalibracyjne

Jednym z pierwszych stanowisk pomiarowych, w którym wykorzystano własne oprogramowanie kalibracyjne było stanowisko do półautomatycznej kalibracji kalibratorów napięcia/prądu stałego i przemiennego serii SQ-10, SQ-33, SQ-7000, W1-12, W1-13.

W skład stanowiska wchodzi: sterownik komputerowy z wbudowaną kartą pomiarową standardu IEC-625 (IEEE-488) oraz przyrząd kontrolny (wzorcowy), którym jest multimetr cyfrowy 1281. Komunikacja pomiędzy sterownikiem komputerowym a multimetrem 1281 odbywa się przez magistralę GPIB, natomiast z kalibrowanymi przyrządami w sposób ręczny, ponieważ przyrządy te albo nie posiadają interfejsu, albo zastosowano w nich niestandardowy interfejs (przyrządy produkcji ZSRR). Oprogramowanie umożliwia przeprowadzenie kalibracji przyrządów pomiarowych, obliczenie błędów pomiaru oraz tworzenie i wydruk protokołu kalibracji.

Stanowisko do kalibracji kalibratorów Z-183 (rys. 1) jest już stanowiskiem w pełni automatycznym. W jego skład wchodzi: sterownik komputerowy z wyposażeniem oraz wspomniany już multimetr cyfrowy 1281 jako przyrząd wzorcowy. Komunikacja pomiędzy sterownikiem komputerowym a przyrządami uczestniczącymi w procesie kalibracji odbywa się za pośrednictwem interfejsu równoległego w standardzie IEEE-488.



Rys. 1. Stanowisko pomiarowe do automatycznej kalibracji kalibratorów Z-183
Fig. 1. Measuring installation for automated calibration of Z-183 calibrators

3.2. Stanowiska pomiarowe wykorzystujące kalibracyjne oprogramowanie producenta

Stanowisko pomiarowe do kalibracji testerów radiokomunikacyjnych jest przykładem stanowiska wykorzystującego oprogramowanie producenta. Tester radiokomunikacyjny jest typowym urządzeniem wielofunkcyjnym o dużym stopniu złożoności, również z metrologicznego punktu widzenia. W skład przyrządu wchodzi m.in. generator, miernik mocy, analizator widma, oscyloskop, częstotściomierz i analizator modulacji, dzięki czemu, przy pomocy jednego przyrządu można wykonać wszystkie standardowe pomiary nadajnika

i odbiornika radiokomunikacyjnego. To co dla użytkownika jest dużym ułatwieniem stanowi problem dla laboratorium kalibracyjnego. Szeroka gama generowanych i mierzonych wielkości radioelektronicznych powoduje, że tradycyjny proces kalibracji testera, wymagający zestawienia stanowiska pomiarowego składającego się dużej liczby różnorodnych kontrolnych przyrządów pomiarowych oraz ręcznego wykonywania serii wielu pomiarów kolejnych wielkości jest złożony i pracochłonny. Jedynym logicznym rozwiązaniem tego problemu było zastosowanie wzorcowego testera radiokomunikacyjnego wraz z kalibracyjnym oprogramowaniem producenta, zawierającym szereg gotowych procedur pomiarowych, umożliwiających kompleksową kalibrację użytkowych przyrządów pomiarowych. Uruchomione w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej stanowisko do kalibracji testerów radiokomunikacyjnych (rys. 2) wykorzystuje jako przyrząd wzorcowy tester radiokomunikacyjny 4032C. Umożliwia ono kalibrację użytkowych testerów radiokomunikacyjnych niższej klasy w zakresie częstotliwości do 2 GHz.



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe do kalibracji testerów radiokomunikacyjnych
Fig. 2. Measuring installation for communication test sets calibration

W skład stanowiska wchodzi:

- sterownik komputerowy z wbudowaną kartą pomiarową i zainstalowanym oprogramowaniem kalibracyjnym;
- wzorcowy tester radiokomunikacyjny 4032C.

Obsługa stanowiska sprowadza się do wykonania niezbędnych połączeń oraz wybrania odpowiedniego testu (w zależności od typu kalibrowanego testera). Po zakończeniu procesu kalibracji automatycznie generowany jest protokół kalibracji zawierający kompletne informacje o wynikach przeprowadzonych testów.

3.3. Stanowiska pomiarowe wykorzystujące specjalistyczne oprogramowanie kalibracyjne

Zastosowane w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej oprogramowanie Met/Cal jest jednym z szeregu dostępnych na naszym rynku programów specjalistycznych przeznaczonych do kompleksowego zarządzania kalibracją przyrządów pomiarowych. Program ten działa w środowisku Windows i opiera się na serwerze SQL.

Do głównych zadań oprogramowania Met/Cal należy m.in.:

- wspomaganie tworzenia, edytowanie i testowanie procedur kalibracyjnych,
- wykonywanie zautomatyzowanych kalibracji przyrządów pomiarowych,
- zarządzanie bazą danych dotyczącą przyrządów kalibrowanych oraz wyników poszczególnych procesów kalibracyjnych,
- generowanie sprawozdań z kalibracji (protokołów i świadectw).

Powyższe oprogramowanie zostało z powodzeniem wykorzystane na dwóch stanowiskach kalibracji uruchomionych w naszym Ośrodku:

- stanowisku do kalibracji multimetrów cyfrowych do $5\frac{1}{2}$ cyfry oraz oscyloskopów o paśmie do 300 MHz (umownie nazwanym stanowiskiem nr 1), opartym na kalibratorze uniwersalnym 5500A wraz z wzmacniaczem pomiarowym 5725A,
- stanowisku do kalibracji multimetrów cyfrowych do $8\frac{1}{2}$ cyfry (umownie nazwanym stanowiskiem nr 2), wykorzystującym kalibrator wielofunkcyjny 5720A wraz ze wzmacniaczem pomiarowym 5725A.

Podobnie jak w przypadku pozostałych stanowisk do automatycznej kalibracji przyrządów pomiarowych, w ich skład wchodzi również sterownik komputerowy z kartą pomiarową, w tym przypadku zgodną ze standardem IEEE-488. Komunikacja, pomiędzy przyrządami znajdującymi się w systemie, może odbywać się poprzez interfejs szeregowy RS-232C (elektryczny bądź optyczny) lub równoległy IEEE-488.

Stanowisko nr 1 jest przedstawione jest na rys. 3.



Rys. 3. Widok stanowiska nr 1
Fig. 3. View of measuring installation no. 1

Na osobną uwagę zasługuje zastosowany na tym stanowisku kalibrator 5500A reprezentujący nową klasę kalibratorów uniwersalnych, oferujących bogaty zestaw kalibracji stałoprądowych oraz niskoczęstotliwościowych. Obok kalibracji szeregu typowych elektronicznych przyrządów pomiarowych takich jak: multimetry cyfrowe i analogowe, czy watomierze, możliwa jest kalibracja termometrów elektronicznych (z termoparą i RTD), rejestratorów, cęgów prądowych, rejestratorów graficznych, mierników tablicowych, kalibratorów wewnętrznych oraz złożonych przyrządów typu oscyloskopy analogowe i cyfrowe (w paśmie do 300 MHz) i analizatory składowych harmonicznych mocy w pełnym zakresie.

Z kolei wykorzystywany na stanowiska nr 2 wielofunkcyjny kalibrator 5720A to przyrząd pomiarowy przeznaczony głównie do kalibracji multimetrów cyfrowych o rozdzielczości do $8\frac{1}{2}$ cyfry i wysokiej klasie dokładności. Posiada on możliwości wytworzenia napięcia i prądu stałego, napięcia i prądu przemiennego oraz dyskretnych wartości rezystancji. Jako ciekawostkę należy odnotować fakt, że do jego kalibracji można dokonać przy użyciu tylko trzech wzorców odniesienia: napięcia 10 V DC oraz rezystancji 1 Ω i 10 k Ω .

Wraz, ze wspomnianym oprogramowaniem specjalistycznym Met/Cal, dostarczono również gotowe, procedury pomiarowe umożliwiające kalibrację przyrządów pomiarowych, pochodzących od różnych wytwórców. Oprogramowanie wykorzystano także do opracowania w Ośrodku szeregu własnych procedur, używanych w procesie automatycznej kalibracji kolejnych typów przyrządów pomiarowych: multimetrów analogowych i cyfrowych, oscyloskopów analogowych i cyfrowych, termometrów elektronicznych itp. Przykładem są procedury automatycznej kalibracji multimetrów $4\frac{1}{2}$ i $5\frac{1}{2}$ cyfry produkcji polskiej serii V (V-542, V-542.1, V-542.2, V-542.3, V-545, V-550, V-551, V-553, V-554, V-629). Pozwoliło to na znaczne

skrócenie czasu kalibracji, co w połączeniu dużą liczbą tego typu przyrządów użytkowanych w Siłach Zbrojnych dało w efekcie wymierne oszczędności finansowe oraz co najważniejsze umożliwiło pełniejsze ich wykorzystanie w procesie obsługi technicznego sprzętu w jednostkach i instytucjach wojskowych. Należy przy tym podkreślić, że obok napisania samych procedur, inżynierowie Ośrodka rozwiązali z powodzeniem problem podłączenia przedmiotowych przyrządów pomiarowych, wyposażonych w niestandardowe interfejsy, bezpośrednio do magistrali GPIB. Zastosowano specjalny translator interfejsów I542/550 umożliwiający komunikację z multimetrem i w efekcie końcowym, opracowanie w pełni automatycznej procedury kalibracyjnej.

Osobny problem stanowi kalibracja dużej ilości analogowych oscyloskopów produkcji rosyjskiej i polskiej, będących nadal na wyposażeniu wojska. Przyrządy te nie posiadają interfejsów pomiarowych, w związku z czym kalibrowane są w systemie półautomatycznym. Podczas kalibracji kalibrator uniwersalny automatycznie wystawia zadaną wartość napięcia i częstotliwości sygnału, a odczytywany z ekranu lampy oscyloskopowej wynik pomiaru wpisywany jest przy pomocy klawiatury komputera.

4. Infrastruktura informatyczna Ośrodka

Pierwszą jaskółką tego, co dzisiaj rozumiemy jako C⁴I², było w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej pojawienie się komputerów Commodore. Zapoczątkowały one rozwój infrastruktury informatycznej, a właściwie erę informatyzacji Ośrodka. To właśnie w oparciu o te komputery powstały pierwsze programy wspomagania oraz automatycznej kalibracji przyrządów pomiarowych, o czym wspomniano w poprzedniej części artykułu. Równoległe zaczęto wykorzystywać komputery do stworzenia sieci informatycznego zarządzania Ośrodkiem oraz uproszczenia prac biurowo-administracyjnych. Usprawniło to, w znacznym stopniu, pracę zakładu zajmującego się administracją i zabezpieczeniem logistycznym funkcjonowania COMW (obecny Zakład Z-4 Logistyki i Administracji) oraz umożliwiło sprawną realizację szeregu przedsięwzięć organizacyjnych podjętych na szczeblu Metrologii WP m.in. szybkie opracowanie podstawowego dokumentu metrologicznego - Instrukcji działalności Służby Metrologii Wojskowej. Jako ciekawostkę można w tym miejscu wspomnieć, że jej wydrukowanie (1983 rok), w edytorze tekstu, trwało całą noc.

Na początku lat dziewięćdziesiątych została zbudowana pierwsza sieć komputerowa oparta na technologii ARCnet. Parametry techniczne nowopowstałej sieci były co prawda jeszcze dalekie od oczekiwań użytkowników (ograniczenia spowodowane były środowiskiem pracy MS DOS i niską wydajnością sieci), niemniej jednak, umożliwiły wprowadzenie m.in. programu do ewidencji przyrządów pomiarowych, dostarczanych przez użytkowników do Ośrodka.

W 2001 roku zbudowano nową sieć komputerową, na bazie której, powstało sieciowe środowisko pracy komputerów oparte o serwer i wykorzystujące protokół komunikacyjny TCP/IP. Istniejący problem, jakim dla pełnego rozwoju infrastruktury sieciowej była odległość dzieląca dwa najważniejsze budynki Ośrodka, został rozwiązany poprzez położenie pomiędzy nimi światłowodu. Nowoczesna infrastruktura sieciowa, pozwoliła na wdrożenie w COMW w 2002 r., programu kompleksowej informacji metrologicznej i obsługi przyrządów pomiarowych Logis_Net (rys. 4), opracowanego w Wojskach Lotniczych i Obrony Powietrznej. Program znacząco usprawnił pracę biura obsługi klienta oraz laboratoriów pomiarowych, a dzięki systemowi filtrów, umożliwił selektywne wykorzystanie danych w innych systemach nadzoru metrologicznego.

Nowa infrastruktura informatyczna stworzyła podwaliny do rozwoju zarówno aplikacji typu klient-serwer, jak i pracy grupowej. Wdrożone oprogramowanie serwerowe, nie tylko zdecydowanie usprawniło pracę na każdym szczeblu w Ośrodku, począwszy od zarządzania, na bezpośrednim wykonawstwie skończywszy, ale

stanowiło również nową jakość w dziedzinie bezpiecznej wymiany informacji między użytkownikami oraz bezpieczeństwa przechowywanych danych. Wykorzystując serwer WWW użytkownicy mogą szybko uzyskać potrzebne informacje, bądź rozwiązać nurtujące ich problemy, konsultując się za pośrednictwem poczty elektronicznej.

Kalb./Instrukcja	Typ przyrządu	Ni. fabryczny	Użytkownik
ON-1	805566/00	4 ROM	
ON-1	805566/09	4 ROM	
ON-1	805566/05	4 ROM	
ON-1	805566/00	4 ROM	
ON-1	3000	DM POW	
W1-3	11305	DM POW	
W1-3	27985	DM POW	
URE-3	830198/036	DM POW	
W3-43	5461	DM POW	
Ja/W/22	25785	DM POW	
Ja/W/22	25085	DM POW	
M310A	1115	DM POW	
M5-40	08220	DM POW	
M5-42	13046	DM POW	
M5-43	15239	DM POW	
M5-85	10107	DM POW	
M5-65	0656	DM POW	
N-50	18	DM POW	
N-50	25	DM POW	
N-50	29	DM POW	
N-50	36	DM POW	
RD-50	355	DM POW	

Rys. 4. Program ewidencji przyrządów pomiarowych Logis_Net - Biuro Obsługi Klienta

Fig. 4. Logis_Net measuring instruments inventory management software - Customer Service Office

Względy bezpieczeństwa oraz obowiązujące w resorcie Obrony Narodowej przepisy zdecydowały, że sieć wewnętrzna COMW nie jest bezpośrednio podłączona do Internetu. Dostęp ten możliwy jest poprzez niewielką sieć lokalną, pracującą tylko na potrzeby komunikacji z siecią globalną (stacje robocze w tej sieci służą jedynie do pozyskiwania informacji z Internetu). Ograniczenia te, nie będą jednak miały wpływu na dalszy rozwój infrastruktury informatycznej Ośrodka, w którym przewidziany jest ścisły związek z Internetem. W tym celu planowane jest wydzielenie specjalnego serwera i podłączenie go do Internetu, bądź do zbudowanej na potrzeby wojska, rozległej sieci. Rozwiązanie to umożliwi pracę z odpowiednio skonfigurowanymi i zabezpieczonymi aplikacjami, z dowolnego miejsca w Polsce (szczególnie ważne np. w czasie wyjazdu na kontrole metrologiczne, konferencje naukowe itp.).

W chwili obecnej COMW istnieje w Internecie, za pośrednictwem dostawcy usług internetowych, pod adresem www.comw.com.pl, jednakże różne platformy u dostawcy i w Ośrodku, nie pozwalają w pełni zintegrować danych gromadzonych w COMW. Zastosowanie wysokiej jakości sieci komputerowej zasadniczo zmieni tę sytuację, umożliwiając nawet łączenie sprzętu pomiarowego poprzez Ethernet. Stanie się zatem realne przejście na kolejny, wyższy szczebel w dziedzinie automatyzacji pomiarów, budowania rozproszonych systemów pomiarowych o dużym zasięgu.

5. Podsumowanie

Rozwój informatyki stworzył szerokie perspektywy do rozbudowy systemów pomiarowych i rozwoju automatyzacji procesu kalibracji przyrządów pomiarowych, zwiększył poziom ufności wykonywanych pomiarów poprzez eliminację możliwości popełnienia błędu przez operatora, umożliwił znaczące zaoszczędzenie czasu niezbędnego do obróbki matematycznej i graficznej wyników pomiarów oraz usprawnił proces szeroko pojętego zarządzania procesem obsługi metrologicznej przyrządów pomiarowych. Zostało to wcześniej dostrzeżone, a w miarę powstania dogodnych ku temu warunków, skutecznie wykorzystane w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej. Znalazło to bezpośrednie przełożenie na zapewnianie, w czasie 40-letniej działalności Ośrodka, zabezpieczenia metrologicznego uzbrojenia i sprzętu wojskowego na najwyższym poziomie.

Title: The automation of calibration processes of measuring instruments and IT infrastructure in Primary Standards Laboratory