

METROLOGICKÉ ZABEZPEČENÍ BOJOVÉ POKOTOVOSTI ZBRANÍ A BOJOVÉ TECHNIKY

*Redakčně upravený a zkrácený článek generálporučíka
A. G. Funtikova, doktora technických věd, uveřejněný
v sovětském časopise „Vojennaja mysl“ č. 3/1988.*

V současné době probíhají kvalitativní změny jednotlivých prostředků ozbrojeného zápasu. Tyto změny vyvolávají potřebu širšího zapojení vojenské vědy do řešení praktických úkolů k dosažení a udržení vysokého stupně bojové pohotovosti a účinnosti výzbroje a bojové techniky. Při zavádění a provozu současných zbraňových systémů jsou v široké míře využívány velmi citlivé přístroje a nejsložitější fyzikální procesy. To značně způsobilo růst úlohy a významu metrologie ve vojenství.

K výrobě současných prostředků ozbrojeného zápasu se využívají především nové vysoce efektivní materiály. Proces jejich výroby je složitý, a to jak při získávání, tak i přeměně energie. Jsou charakterizovány značným stupněm automatizace řídících procesů, vysokou přesností a značnými ničivými schopnostmi. Proto je zapotřebí v průběhu jejich vývoje a provozu uskutečňovat častá kontrolní měření. Tyto úkoly řeší specifická oblast vojenské činnosti – **metrologické zabezpečení**, které představuje soubor prací k uskutečnění měření a především k dosažení jejich přesnosti a jednotnosti.

Spolu s plněním dalších úkolů určuje metrologické zabezpečení ve značné míře i **bojovou činnost zbraní a bojové techniky**, protože jen s využitím měření je možné dosáhnout jednoznačného souladu mezi stanovenými takticko-technickými parametry v průběhu výroby, provozu a bojového použití. Tento druh bojového zabezpečení je určen k řešení těchto hlavních problémů:

- dosažení vysoké kvality vyráběné výzbroje.
- kontrole stavu takticko-technických charakteristik v průběhu provozu.
- vývoje a zabezpečení vojsk kontrolními a měřicími přístroji a zařízeními.

Rozebíráme-li problémy **zabezpečení kvality výroby**, je nutné k tomu poznamenat, že mu je v poslední době věnována maximální pozornost. Na poradě ÚV KSSS 14. listopadu roku 1986 k otázkám státní přejímky výrobků bylo zdůrazněno, že: „**Metrologie patří mezi ty efektivní způsoby, kterými je možné dosáhnout vysoké kvality vyráběné produkce. Aktivně ovlivňuje zabezpečení stability a spolehlivosti technologických procesů jak při vývoji, tak i výrobě a provozu technických systémů.**“ To platí ve stejné míře i ve vztahu k současné výzbroji, která se stala složitější. Zvýšila se i měřítka zavádění nejnovějších výsledků výzkumu, kterých dosáhly přírodní vědy. Např. efektivnost ekonomického zabezpečení obranyschopnosti státu v mnoha případech závisí na vyřešení takových klíčových problémů, jakými např. jsou:

- optimální vyřešení všech existujících zdrojů,
- snížení výdajů na jednotku národního důchodu,
- zvýšení návratnosti do jednotlivých fondů,
- zlepšení kvality výroby atd.

V současné době **kontrola kvality vyráběných výrobků zaujímá jedno ze základních míst již při vývoji a výrobě výzbroje**, protože je prostředkem pro zjišťování výrobních nedostatků a pro získání úplných a věrohodných informací o všech zjištěných odchylkách od stanovených parametrů již v průběhu jejich výroby. Dříve byla kontrola kvality chápána jako nutné zlo, neboli vynucený postup, ale teď se stává nutností soudobého technologického procesu výroby výzbroje. Značná část prací je přitom spojená s měřením parametrů součástek, které jsou vyráběny v různých průmyslových podnicích zbrojního průmyslu a u kterých sladčnost a efektivnost výroby je velmi důležitá.

Při vývoji a výrobě soudobých zbraní tvoří přesné měření základ kontrolních operací k zabezpečení kvality. Tato **měření jsou jedním z důležitých zdrojů nutných a pravdivých informací o kvalitě vyráběných zbraní**. Zdůvodňuje se to tím, že propočty, kterých je používáno při projektování technických systémů, mají poměrně vysokou nepřesnost. K získání konečných projektových řešení jsou potřebné experimentální výzkumy charakteristik a režimů práce vytvářených vzorů výzbroje. Mimo to je zároveň využíváno výsledků měření k včasnému zjišťování a vyvarování se chyb a defektů, které vznikly již při jejich projektování.

Z hodnocení vedoucího oddělení zabezpečení kvality na správě MTZ ministerstva obrany USA vyplývá, že nízká kvalita mnohých vojenských výzbrojních systémů vede ke zvýšení výdajů na jejich vývoj až o 50 %. Admirál v záloze Collins, zodpovědný za kvalitu výrobků, které nakupuje ministerstvo obrany USA, tvrdí, že velmi často programy řešení kvality jsou u průmyslových společností soustředěny pouze na výstupní kontrolu kvality výzbroje. Výsledkem toho pak je, že jsou vyráběny zbraně a zbraňové systémy se skrytými vadami, a tím vznikají velké ztráty na následné opravy v průmyslu a tvoří až 40 % výrobních nákladů. Rozbor ekonomických výsledků výroby zahraničních průmyslových společností z konce sedmdesátých let do poloviny osmdesátých let, které uskutečnili západoevropští ekonomové, ukázal, že v každém výrobním závodě existuje ještě „jeden utajený závod“ k odstraňování závad a jeho výkon představuje vcelku 15 až 40 % výkonu závodu.

V současném období je problematika řízení kvality výroby výzbroje věnována stále větší pozornost, a to především kontrolám a pozorováním technologického procesu v průběhu celé výroby daného výrobku. Tato mimořádná pozornost je též věnována měření předepsaných parametrů u obráběcích strojů, nářadí, dále i ostatního technologického vybavení.

Ve skutečnosti při takovémto přístupu se mění koncepce metrologického zabezpečení výroby výzbroje. Jestliže byl dříve hlavní důraz položen pouze na kontrolu kvality výstupního výrobku, tak dnes je věnována hlavní pozornost měření parametrů opracovávaných důležitých součástí zbraňových systémů, zjišťování stavu nářadí a uskutečňování technologických procesů výroby. Nová koncepce metrologického zabezpečení výrazně snižuje výrobu zmetků, a tím značně finanční a materiální ztráty při jejich následných opravách. Na základě údajů uveřejněných v zahraničním tisku, připadají ztráty hlavně na vrub prostředků měření a kontroly.

V současném období se měřicí technika postupně obměňuje a stává se z pomocného prostředku výroby hlavním prostředkem výroby. Tak např. už dnes ve struktuře národohospodářských investic tvoří výdaje na měřicí a kontrolní přístroje v radiotechnickém, elektrotechnickém a leteckém průmyslu 25 až 30 % a ve strojírenském až 15 %. Proto je možné odpovědně říci, že vysoká úroveň metrologického zabezpečení výroby je zárukou vysoké kvality a spolehlivosti soudobých zbraňových systémů a výzbroje.

Současný metrologický systém zabezpečení současně s automatizací výroby plní tyto měřicí úkoly:

- řízení a přizpůsobování regulace procesu výroby k dosažení optimální kvality výroby zbraní,
- kontrolu a diagnostiku výrobních prostředků, jejich ochranu před haváriemi a sledování i zkrácení celkových časů prostojů těchto výrobních zařízení.
- zabezpečování výstupní kontroly kvality jednotlivých druhů výzbroje.
- stabilizaci a kontrolu přesnosti v průběhu opracování jednotlivých součástí a zabezpečení jejich zaměnitelnosti při automatickém měření.

Takto zformulovaná koncepce metrologického zabezpečení nachází své praktické naplnění především při výrobě současných zbraňových systémů (zbraní) a potom i samozřejmě při výrobě perspektivních zbraní, pro které je přesné a úplné měření nutnou podmínkou zvyšování jejich provozní spolehlivosti při dosahování přijatelných finančních a materiálových nákladů.

V souvislosti s uskutečňováním změny koncepce metrologického zabezpečení výroby výzbroje mění se také formy práce vojenských orgánů přejímky v závodech obranného průmyslu, a to současně s výstupní kontrolou přejímaných výrobků je věnována zvláštní pozornost i kontrole technologických procesů výroby výzbroje a zejména hodnocení kvality systému řízení výroby. Pravidelné kontroly umožňují zjistit ve výrobě nejslabší místa, ale zároveň ihned odstranit zjištěné nedostatky.

Takovým způsobem vzrůstá úloha metrologického zabezpečení, jehož účelem je dosáhnout vysoké kvality vyráběné výzbroje. Je možné říci, že tím vzniká nové jeho uznání, a to - **přechod k nové koncepci spojování metrologie s technologií a průmyslových zařízení s měřicí technikou**. To pak určuje i nutnost programového rozvoje metrologického zabezpečení výroby, formování požadavků na metrologické systémy při výrobě zbraní a pro uživatele především osvojení si nových způsobů kontroly jejich kvality.

Udržování bojové připravenosti a pohotovosti zbraňových systémů, které jsou u vojsk, není možné zabezpečit bez přesného určení jejich takticko-technických charakteristik.

Je známé, že úspěch v současném boji by v mnoha směrech závisel na tom, jak je plně využíváno možností zbraní a bojové techniky; přitom má velmi důležitou úlohu měření. Prakticky každý velitel, inženýr na libovolném stupni velení je prakticky organizuje, uskutečňuje, hodnotí výsledky, zobecňuje a rozebírá měřené informace. Chyby při zpracování informací a jejich zjištění mohou způsobit nejenom snížení bojové pohotovosti svazku (útvary), ale i nesplnění bojového úkolu. Tyto chyby mohou zapříčinit i velké ztráty jak na lidech, tak na bojové technice.

V současnosti měření patří mezi samozřejmé součásti činnosti vojsk, zahrnuje 40 až 50 % času, který je určen na přípravu zbraní k použití, a zároveň na základě měření je určena jejich připravenost. Ani jedna složitá součást zbraně nebo bojové techniky nemůže být použita ke svému účelu bez uskutečnění dostatečně přesných měření. Je proto nemyslitelné tato měření neudělat nebo od nich upustit. Např. u výzbroje, která je středně složitá, jsou za provozu uskutečňovány stovky měření a u zbraňových systémů jdou tato měření k zjištění jejich parametrů až do desítek tisíc.

Měření se uskutečňují již při přípravě zbraní k použití, při jejich technickém ošetření a opravách. Vyžadují mnoho času a kladou na obsluhu velké pracovní zatížení. Proto je odů-

vodněné říci, že měření má i dvě protikladné stránky při hodnocení vlivu metrologického zabezpečení na bojovou pohotovost zbraní. Na jedné straně umožňuje metrologické zabezpečení dosáhnout bezchybné a vysoce efektivní činnosti zbraní a na druhé straně způsobuje ztráty času, které by bylo možné využít pro vojenskou činnost a také ztráty materiálních prostředků, jež jsou potřebné na uskutečnění měření a zabezpečení jednotnosti a požadované přesnosti.

Po zavedení výsledků vědeckých výzkumů došlo k viditelnému zlepšení metrologického zabezpečení nových druhů zbraní a bojové techniky. Více se začalo počítat s požadavky a možnostmi vojsk, které mají pro měření parametrů zbraní a bojové techniky, se zabezpečením jejich jednotnosti a přesnosti. I tak požadavky na minimalizaci počtů měřených parametrů, pracnosti kontrol jsou dále velmi aktuální, protože **dnešní i budoucí tendence vývoje je zaměřena na zvyšování složitosti zbraní a zbraňových systémů a stupně jejich automatizace. Z tohoto důvodu narůstá i počet měřených parametrů.**

Důležitým úkolem vojenské metrologie je rozpracování metod měření takticko-technických charakteristik současných i budoucích druhů zbraní, které mají složitou strukturu výroby, jsou složeny ze systémů, bloků a uzlů různého principu činnosti, probíhají v nich různé energetické procesy. V souvislosti s tím vznikl i požadavek na měření různorodých fyzikálních veličin (elektrických, mechanických, tepelných, fyzikálních, lineárních uhlových apod.), které v různé míře ukazují způsobnost zbraní ke splnění stanovených úkolů. Proto metrologické zabezpečení současných zbraní musí přejít od statických měření, které většinou používali vojenští metrologové k přesným dynamickým měřením velkého počtu procesů, které probíhají současně v jediném okamžiku a jejich signály mají rozličný význam. Také došlo i k podstatnému rozšíření počtu měřených veličin.

Na zvláštním významu nabývají měření při přechodu na nový systém obsluhy a oprav na základě změny technického stavu nebo předpisů. Přitom ošetřování a údržba výzbroje jsou již uskutečňovány nejen po uplynutí určité kalendářní doby, odpracovaných hodin, počtu výstřelů atd., ale v závislosti na stupni opotřebování součástí, výskytu závad, počtu selhání atd. Pro ošetření a získání předepsaného technického stavu musíme zjistit přesné údaje a umět předpovědět i možné změny. To je možné pouze tehdy, máme-li přesně změřené údaje potřebných technických parametrů zbraní, které byly zjištěny v průběhu kontroly. K tomu je potřebný systém zabudovaných vnějších měřicích prostředků, dále i programové zabezpečení pro zpracování potřebných výsledků zjištěných k přijetí zdůvodněných rozhodnutí k uskutečnění technického ošetření a oprav výzbroje.

Jedině přesné a včasné měření dostatečného počtu úplných parametrů výzbroje, při minimálních časových ztrátách, je dnes jednou ze záruk udržení její bojové pohotovosti.

Druhým úkolem metrologického zabezpečení provozu výzbroje je **udržování vojenské měřicí techniky ve stavu vysoké pohotovosti k použití.** K tomu uskutečňují metrologické orgány vojsk kontrolní testovací a seřizovací práce, vytvářejí potřebné výměnné fondy pro výměnu měřicích přístrojů vyřazených z činnosti. Skutečným faktorem k dosažení nutné úrovně bojové pohotovosti výzbroje je připravenost vojenské měřicí techniky. Zvlášť důležité to bude v podmínkách vedení bojové činnosti, kdy je nutné počítat se ztrátami. Současně ale narůstá potřeba této měřicí techniky pro obnovu poškozené výzbroje.

Úkoly metrologického zabezpečení, např. v ozbrojených silách USA, plní metrologická služba, která byla zřízena v roce 1953. Zahnuje metrologická střediska armády, letectva i námořnictva, kromě toho i několik stovek měřicích laboratoří. Rozšíření vojenské přítomnosti USA mimo severoamerický kontinent vyvolalo potřebu organizovat metrologické zabezpečení i na jiných bojištích. Přitom prověrky a opravy kontrolní a měřicí techniky musí uskutečňovat bezprostředně na válčišti prapory a roty metrologického zabezpečení. Rota metrologického zabezpečení je základní jednotkou a obvykle je určována k obsluze leteckých automatizovaných systémů (AK), nebo samostatného operačního uskupení. V její sestavě jsou skupiny, které uskutečňují kontroly, měření a opravy kontrolní a měřicí techniky v pro-

storech rozmístění vojsk. V případě, že rota nestačí zabezpečit potřeby vojsk na válčisti, zřizuje se prapor metrologického zabezpečení.

Organizace metrologického zabezpečení armády USA se zakládá na třech principech:

- mobilnosti metrologických jednotek, které je dosahováno s využitím metrologických pohyblivých laboratoří a přenosných měřicích přístrojů,
- pružnosti a životnosti kontrolního a měřicího systému,
- možnosti spojení se systémy bojového zabezpečení, které jsou založeny na tom, že metrologické zabezpečení nemá vést k narušování provozu výzbroje a ke snížení jejich bojové pohotovosti.

Hlavní vliv na úroveň metrologického zabezpečení výzbroje má technická základna – tj. vojenská měřicí technika.

Zahraniční vojenští odborníci poznamenávají, že měřicí technika, která je určena pro národní hospodářství, nemůže být zpravidla používána v armádě a námořnictvu. Je to především dáno tím, že praktické měření v armádě na základě svých organizačních, metodických a technických aspektů je značně odlišné od praktického měření v národním hospodářství nebo ve výzkumných ústavech. Těžkosti využívání měřicích přístrojů všeobecného určení vznikají zpravidla tím, že tyto přístroje není možné využívat pro měření a kontrolu zbraní a vojenské techniky.

Příčiny toho jsou tyto:

- **za prvé** – pro měřicí přístroje je na výzbroji a bojové technice málo místa, a proto vzniká potřeba jejich minimalizace,
- **za druhé** – vysoké požadavky na bojovou pohotovost výzbroje vyžadují bezpodmínečné přijetí opatření ve vojenské měřicí technice, která budou na minimum zkracovat pomocné operace a i dobu trvání vlastních měření.

Nomenklatura a rozsah fyzikálních veličin měřených na vojenské technice jsou značně rozsáhlé. Např. v oblasti termometrie je zapotřebí určit intenzitu tepelného toku při husté mlze a teploty hlavně při výstřelu. Jiné zvláštnosti měřicí techniky, která je určena pro vojska, souvisí s nezbytností současně určovat celou řadu parametrů a charakteristik, tak aby bylo možno zjistit zvláštnosti analyzovaných procesů a jevů v jejich vzájemné souvislosti a uspořádání. Přitom vojenské měřicí přístroje musí být odolné vůči působení vnějších vlivů (přirozených i úmyslných) např. proti vibracím při přesunech, dále při velkých změnách teplot, velké vlhkosti a při působení tlakové vlny atd.

Současná vojenská měřicí technika zahrnuje široké spektrum prostředků, jako např.:

- prvotní měřicí měniče (přijímače impulsů, napětí),
- měřicí přístroje, které jsou zabudované do výzbroje a slouží jako zdroj měřené informace; ta je potom předávána spojovacími kanály do přístroje, kde je zpracována a zjištěné údaje zobrazeny na zobrazovacím zařízení,
- měřicí přístroje obecného použití (např. vševojskové měřicí přístroje) a speciální určené k metrologickému zabezpečení pouze jednotlivých druhů výzbroje,
- do výzbroje zabudované vnější (autonomní) systémy kontroly,
- automatizované měřicí systémy,
- vzorové prostředky měření, kontrolní zařízení, mobilní laboratoře a vojenské srovnávací testy, které slouží k metrologickému zhodnocení, kontroly a opravy vojenské měřicí techniky.

Vědeckotechnická revoluce zásadním způsobem mění měřicí přístroje. Jsou velmi přesné, lehce se udržují v provozu a jsou v dostatečné míře automatizované. Byly vyvinuty kontrolní a měřicí systémy, které jsou již zabudovány do výzbroje a zabezpečují operativní kontrolu základních charakteristik k určení jejich připravenosti k použití, popř. jejich nepřipravenosti

tím, že ukáží poškozenou část (podsystem, uzel atd.). Zahrnují v sobě měřicí přístroje, které jsou unifikované, velmi přesné (povolená míra chyby je méně jak 1 %), vysoce spolehlivé (na jednu chybu je jimi odpracováno více než 100 000 hodin) prvotní měřicí přístroje, linky na předávání měřených informací (např. i pomocí optických vláken), číslicové přístroje pro zpracování, zobrazení a dokumentaci informací pomocí počítače.

Podstatným způsobem se změnil i konvenční měřicí přístroje. Mezi jinými především přístroje třetí a čtvrté generace vytvářejí automatizované prostředky, které jsou velmi přesné a určeny pro práci v těžkých podmínkách provozu. Vytvářejí se z mikroprocesorů, které zabezpečují nejen automatizaci samotného procesu měření, ale i automatické zpracování změřených údajů podle složitých algoritmů. Došlo ke změně celé řady mechanických a ručních operací za měření elektronické, čímž se podařilo zvýšit přesnost měření 2 až 5krát, radikálně zmenšit vnější rozměry, hmotnost a energetickou spotřebu přístrojů. Zavedením mikroelektroniky značně vzrostla jejich spolehlivost. To všechno umožňuje zkrátit jak čas kontroly na minimum, tak i čas uvedení připravenosti výzbroje k použití.

Současné měřicí prostředky je možné slučovat jak mezi sebou, tak i se samočinnými počítači a výzbrojí. Toho je dosahováno standardizací konstrukce, signálů, provozních a metrologických charakteristik. Společná práce přístrojů je zabezpečena standardizovaným blokem (uzlem) – interferometrem, do kterého jsou zapojeny jednotlivé měřicí přístroje, a tak je vytvořen měřicí systém. Z přístrojů navzájem sloučených je pak možné vytvářet různé složité systémy, které jsou schopny zabezpečit velmi přesné měření značného počtu parametrů. Všechny jsou zpravidla univerzální a mohou být použity k metrologickému zabezpečení zbraní různých druhů. Mají vysokou přesnost a univerzálnost, a proto nahrazují současné způsoby kontroly, které mají zpravidla hrubou strukturu a neměnitelné programové zabezpečení.

Uzlového principu uspořádání automatizovaných měřicích systémů je používáno i při vytváření současných víceúčelových přístrojů. Ty jsou konstruované buď na principu přístrojových modulů (generátory, kalibrátory, měřicí přístroje na měření frekvence, voltmetry), nebo na principu tištěných spojů (bloků), které pomocí kontroly (minipočítačem nebo mikroprocesorem) jsou pak nastavovány k plnění potřebných funkcí, k řešení zadaných měřicích úkolů. To značně napomáhá i zvýšení úrovně stavu bojové pohotovosti.

Rozbory potvrzují, že při stanovení perspektivní technické základny metrologického zabezpečení současné výzbroje musí dostat přednost zabudované systémy kontroly a měřicí systémy modulové konstrukce. Tyto přístroje a systémy musí být pak především základem jednotného systému a zaměněny za doposud existující různorodé a nesouhlasné množství vševojskových a speciálních prostředků měření a autonomních systémů kontroly. Je jasné, že pro sestavení takového jednotného systému je zapotřebí metodologie jeho vybudování, která bude předvídat, přesně a podrobně rozdělit funkce metrologického zabezpečení podle etap provozu různých typů. Kromě toho je nutné:

- určení racionální nomenklatury přístrojů – modulů nebo funkčních modelů k realizaci agregátního způsobu výstavby měřicích a kontrolních přístrojů,
- připravení unifikace samotných modulů a také interferometrických uzlů, které budou připravovat, určovat vhodnost kontroly dané výzbroje.

Důležitost tohoto stavu je a bude stále zřejmější, podíváme-li se na to, jak velké jsou výdaje na metrologické zabezpečení kontroly provozu a diagnostiku výzbroje. Podle údajů zahraničního tisku např. jen letectvo a námořnictvo USA rozmísťují automatické kontrolní a měřicí přístroje v celkové hodnotě 15 miliard dolarů a ministerstvo obrany vydává na zakoupení dalšího tohoto zařízení další 4 miliardy dolarů.

Při určování směrů rozvoje kontrolní a měřicí techniky a formování jednotného systému měřicích a kontrolních prostředků ke zvyšování bojové pohotovosti výzbroje je nutné a potřebné počítat i s takovým důležitým aspektem, jako je **univerzálnost vojenské měřicí techniky**. Samozřejmě že nemůžeme popírat přednosti speciálních prostředků k měření a kontrole,

kteřé jsou zpravidla vhodně spojené s konkrétním typem výzbroje a mají většinou i menší rozměry a hmotnost v porovnání s vševojskovými prostředky měření a kontroly. Avšak tyto přednosti jsou zřejmě jen při posuzování konkrétních měřicích přístrojů (prostředků) ve vztahu k určité výzbroji. Budeme-li rozebírat tuto otázku ze systémové pozice k výzbroji a bojové technice v celku, musí pak u nás vzniknout dosti velké pochybnosti o účelnosti speciálních měřicích a kontrolních přístrojů. Příčina je v tom, že nadšení pro speciální přístroje způsobuje negativní výsledky, kdy půjde o **neomezený růst jejich počtů a nomenklatury**.

Různorodost typů speciálních přístrojů pro měření a kontrolu výrazně ztěžuje provoz i opravy výzbroje, zvláště v podmínkách vedení bojové činnosti, protože při vyřazení těchto přístrojů z provozu je nemožné je připravit k dalšímu použití nebo obnovit určitý zbraňový systém a použít k tomu jiné další speciální měřicí a kontrolní přístroje. Ty totiž nejsou přizpůsobeny k plnění jiných úkolů a nemohou být ani připojeny k jinému zbraňovému systému nebo bojové technice. Speciální měřicí a kontrolní prostředky snižují mobilní možnosti útvarů a svazků, ztěžují zásobování vojsk měřicími a kontrolními přístroji a zvyšují ceny jejich provozu. Přitom měřicí systém nebo víceúčelový měřicí přístroj zkonstruovaný na základě standardních měřicích prostředků nebo modulů se vyznačuje vysokou univerzálností, protože v případě nutnosti může být snadno předělán k použití v jiných druzích výzbroje. Proto je třeba uskutečnit změnu programového zabezpečení a někdy také uskutečnit záměnu jednotlivých modulů (bloků) modulovými bloky, které jsou součástí měřicích univerzálních systémů.

Ve spojitosti s tím věnuje se v posledních letech značná pozornost především tomu, aby byly vytvořeny takové univerzální měřicí a kontrolní prostředky modulové konstrukce, které budou schopny uskutečňovat kontrolu (prověrku) a diagnostiku výzbroje různých typů. Tak např. v USA do sedmdesátých let technické ošetřování i opravy leteckých palubních přístrojů byly prováděny s použitím značného počtu speciálních měřicích a kontrolních prostředků, kterými byly uskutečňovány kontroly každého systému letounu jednotlivě.

Podle míry zvyšování složitosti zařízení letounů probíhal postupně i růst počtu těchto prostředků. Konečným důsledkem toho bylo to, že v opravárenských provozech nebyl již dostatek místa pro rozmístění nových měřicích a kontrolních prostředků. Zavedení modulových univerzálních systémů do praxe umožnilo překonat dané těžkosti a tímto způsobem za dvacet let ušetřit v armádě USA 1,4 miliardy dolarů, a to především jenom tím, že se podařilo podstatně snížit:

- prostory dílen pro opravu palubních přístrojů,
- ceny měřicích přístrojů,
- počty osob pro obsluhu těchto prostředků,
- výdaje na materiální a technické vybavení letounů.

Programy výstavby modulového univerzálního měřicího a kontrolního zařízení existují jak u pozemních vojsk, tak i u letectva a námořnictva. V současnosti se velení armády USA orientuje především na zavádění měřicích a kontrolních prostředků, které jsou sestaveny na principu jednoplošných modulů. Jsou zabudované do standardních bloků, které mají potřebný počet spojovacích prvků.



V současnosti je metrologické zabezpečení jedním ze základních prostředků k dosažení a udržení vysoké efektivity bojové pohotovosti soudobé výzbroje a bojové techniky. Při plnění tohoto úkolu má významnou úlohu nová koncepce metrologického zabezpečení **výzbroje**, ve které je důraz kladen především na měření parametrů rozpracovávaných součástek, náradí a technologického vybavení.

V rámci využívání této koncepce je nutné další zvyšování požadavků na metrologické zabezpečení výroby zbraní, a to na kontrolu parametrů, na jejich měření v průběhu technologického

kého procesu, na přesnost měření, na jejich periodičnost atd. Současných metod metrologického zabezpečení je používáno i při **provozu výzbroje**. Uskutečňuje se měření v prostorech zabezpečení provozu s využitím vysokého stupně zobecnění, kromě toho i dynamická kontrola a další. Technickým základem, který je potřebný pro realizaci těchto koncepcí metrologického zabezpečení, jsou perspektivní prostředky měření a kontrol. Tyto jsou dávány do jednotného systému a jsou vytvářeny na stejných přístrojích – modulových nebo funkčních modulových principech. Mají vysoký stupeň automatizace, racionální univerzálnost, možnost pružné výměny modulů a především možnost záměny jejich programového zabezpečení. Jinak je možné říci, že **zvýšení požadavků na kvalitu, efektivnost a bojovou pohotovost výzbroje je podmíněno neustálým zdokonalováním organizace a metrologického zabezpečení výroby a provozu výzbroje, metod a prostředků k dosažení potřebné přesnosti a jednotnosti při měření jejich parametrů.**