

NOVÉ SMĚRY

ve vojenském rádiovém spojení

Pojednám o některých aspektech rozvoje vojenských rádiových stanic, které budou postupně zaváděny v armádách Varšavské smlouvy a v armádách NATO.

V oblasti krátkovlnných rádiových spojů jsou nejvýhodnější spoje na rádiových stanicích, pracujících na jednom postranním pásmu. Při tomto provozu můžeme dosáhnout spojení při poměrně malých výkonech na velké vzdálenosti, současně zvýšit počet přenosových kanálů a dosáhnout větší bezpečnosti při samotném provozu.

V oblasti rádiového spojení na rádiových stanicích VKV se uvažuje o rádiových stanicích pracujících s troposférickým rozptylem a využívajících k tomuto účelu speciálních anténních systémů. Výhodou tohoto spojení je možnost většího utajení provozu a ekonomické využití základních kanálů k většímu počtu přenosových cest.

Stále stoupající požadavky na přenos nejrůznějších informací se odrážejí v rozvoji nové spojovací techniky. Hlavní požadavky se soustřeďují na zvýšení propustnosti informací, což můžeme realizovat hlavně zvyšováním počtu přenosových kanálů a zrychlením přenosu informací. Při rádiovém spojení se v omezených časových relacích vyskytují požadavky, které soudobé rádiové stanice nemohou plnit, poněvadž většinou neumožňují přenos informací současně na několika kanálech.

Nedostatky jsou obecně známé a byly již před několika lety zadávány jako hlav-

ní ukazatelé při konstrukci nových rádiových a radioreléových stanic.

Požadavky na parametry nově zaváděných a perspektivních rádiových stanic operačně taktického použití můžeme shrnout podle důležitosti do těchto kritérií:

Zvětšením počtu přenosových kanálů a zvýšením počtu pracovních kmitočtů dosáhnout ekonomického využití rádiových stanic. Současně zvyšovat rychlost přenosu dálkopisných zpráv. Dále vyžadovat mžikové ladění vysílače a rychlý přechod na jiný předem připravený kmitočet. Zjednodušením konstrukcí stanic zabezpečit rychlejší zřizování a manipulaci. U nových stanic umožnit samostatné dálkové ovládání jednotlivých přenosových kanálů, a to buď přímo od účastníka, nebo z velitelského stanoviště pomocí komutačního zařízení. Vyžadovat utajení a větší bezpečnost provozu na všech kanálech při různém provozu, regulování výkonu podle potřeby, což je zvláště potřebné v podmínkách rušení.

Při konstrukci rádiových stanic vyžadovat menší rozměry a nižší váhy použitím miniaturních, tranzistorovaných a tištěných obvodů. Tím umožnit zabudování stanic do menších vozidel společně s přenosnými agregáty ke snížení hluku. Neefektivnější anténní systémy mají zabezpečit spojení za přesunu a na velké vzdálenosti. K dálkovému ovládání rádiových stanic KV počítat s vhodnou malou rádiovou nebo radioreléovou stanicí jako součástí stanice. Pro velitele a důležité funkcionáře vytvá-

řet vhodné soupravy rádiových stanic společně s ostatními spojovacími prostředky. K rychléjšímu odstraňování poruch vyba- vit rádiové stanice potřebnými záložními součástkami, popřípadě i díly.

Jak potvrzuje výzkum a vývoj, hlavním požadavkům vyhovují nejlépe pro operační a operačně taktický stupeň rádiové stanice, pracující na jednom postranním pásmu, které mají být zaváděny v armádách států Varšavské smlouvy, ale také i v armádách NATO. Jejich nejdůležitější data uvádí tabulka.

vysílačům amplitudově modulovaným pro- vozem A3, zlepši se poměr výkonu sig- nálu k šumu dvojnásobně. Odpadá naru- šení fázových vztahů mezi kmity nosné a postranních pásem. Proto můžeme počítat, že u jednopásmových vysílačů v závis- losti od podmínek šíření vln i jiných dal- ších kritérií, **vznikne energetický zisk ve výkonu odpovídající v některých případech osmi až šestnáctinásobku.** Normální vy- sílač amplitudově modulovaný o výkonu nosné 1 kW, při stoprocentní modulaci rozděluje na každé postranní pásma vý-

Stát	Druh stanice	Kmitočtový rozsah	Počet kanálů		Rychlost	Výkon kW	Váha kg	Použití
			fon.	dáln.				
SSSR	KV - JPP ¹⁾	1,5-30 MHz	2	2 i více	150 Bd 1200 Bd	1	2263	armáda
USA	KV - SSB ²⁾	5-32	1	8	300 Bd			armáda

¹⁾ KV - JPP - krátkovlnné na jednom postranním pásmu

²⁾ KV - SSB - Single Side Band (jedno postranní pásmo)

Nové rádiové stanice umožňující pro- voz na jednom postranním pásmu jsou vý- sledkem výzkumu rádiového spojení na krátkých vlnách pomocí „subnosných“ frekvencí. Jaké jsou výhody těchto nově zaváděných stanic proti dosavadním dvou- pásmovým rádiovým stanicím?

Při provozu na dosavadních dvoupásmo- vých rádiových stanicích vysílač vyzařuje kmity nosného kmitočtu a dvou postran- ních pásem, které vznikají při modulaci. Vyzařovaný výkon se rozděluje nerovno- měrně, asi dvě jeho třetiny idou na nosný kmitočet a jedna třetina se rozdělí na po- stranní kmitočty, za předpokladu stopro- centní hloubky modulace. Při jednopásmo- vém fonickém rádiovém spojení vysílač vy- zařuje pouze jedno postranní pásmo, druhé postranní pásmo a nosná frekvence jsou potlačeny. Při dvoupásmovém provozu s amplitudovou modulací je maximální hodnota proudu v anténě, odpovídající ma- ximálnímu modulačnímu napětí, dvakrát větší než amplituda proudu nosné. V dů- sledku toho zvyšuje se u amplitudové mo- dulace s jedním postranním pásmem hod- nota napětí přijímaného signálu dvojná- sobně, což odpovídá čtyřnásobnému výz- řenému výkonu vysílače. Kromě toho je kmitočtové spektrum poloviční, ve stej- ném poměru se zužuje propustné pásmo.

Zúžením kmitočtového spektra signálu u rádiových vysílačů s amplitudovou mo- dulací s jedním postranním pásmem proti

kon 250 W. Stejného efektu můžeme do- sáhnout u vysílače amplitudově modulo- vaného s jedním postranním pásmem pou- ze při výkonu přibližně 0,25 kW.

K dalším výhodám rádiových stanic pracujících na jednom postranním pásmu patří možnost vícekanálového telegrafního (dálnopisného) a telefonního spojení. Dru- hého (volného) postranního pásma je mož- né využít pro druhý telefonní kanál. Tím se získávají dva na sobě nezávislé kanály, v šířce pásma obvykle 300-3400 nebo 100 až 6000 Hz. Telegrafní kanály se vytvářejí použitím souborů tónové telegrafie na jed- nom nebo obou postranních pásmech. **Teoreticky je možné na jednom telegraf- ním kanále uskutečnit 12-16, popřípadě i více telegrafních kanálů rychlostí 50 baud.**

Na těchto stanicích s jedním postran- ním pásmem bude umožněno celkem 11 i více kombinací provozu.

Rádiové stanice s jedním postranním pásmem budou mít ve své soupravě rádio- vou stanicí k dálkovému ovládání (s roz- sahlem od 60-70 Mhz). Kromě dálkového ovládání bude umožňovat i retranslaci. Souprava dálkového ovládání bude umož- ňovat volbu všech druhů provozu, pře- laďování přijímače a vysílače, vypnutí a zapínání anodového napětí, kontrolu vyzařovaného výkonu, zapnutí a vypnutí vysílače. Stanice může tedy být umístěna mimo místo velení. Souprava dálkového

ovládání bude mít část automatiky, pomocí níž bude možné odeslat 28 automatických povelů a zpětně je kontrolovat. Ze soupravy dálkového ovládání bude možné vést současně dva telefonní hovory a pracovat na dvou telegrafních kanálech.

V soupravě stanice je kódovací a odkódovací zařízení. Dělením stupnice po 100 Hz bude k dispozici 285 000 pracovních kmitočtů. Kmitočet bude možno nastavovat 8 přepínači bez pomocných tabulek. Doba naladění nebude trvat déle než 8–9 minut, na stanici bude možné předem nastavit 10 kmitočtů. Automatický přechod z jedné frekvence na druhou po stisknutí tlačítka bude trvat u vysílače 30 vteřin a u přijímače 17 vteřin.

U těchto stanic je použito nejnovějších konstrukčních metod. Budič je např. osazen 225 tranzistory a má pouze jednu elektronku. Přijímač je osazen 300 tranzistory a má pouze dva vysokofrekvenční zesilovače a jednu elektronku. Citlivost přijímače, pohybující se v rozmezí 2 až 4 V zabezpečí současně ochranu před rušením vlastního vysílače. Na vstupu přijímače bude protiradiolokační filtr, který potlačuje impulsy v pásmu 1100–10 000 MHz stokrát a v pásmu 200–400 MHz desetkrát.

Mezi největší výhody rádiových stanic patří skutečnost, že jednopásmový telefonní kanál potřebuje jen poloviční frekvenční pásmo a že využívá veškerého výkonu k přenosu informace. Další předností jednopásmového provozu je jeho značná odolnost vůči úniku, neboť ten zde nevyvolává zkreslení amplitudového signálu, nýbrž jen určité oslabení jeho amplitudy. Zeslabení signálu je možné snadno kompenzovat automatickou regulací zesílení v přijímači nebo použitím metody příjmu s oddělenými anténami.

Značnou výhodou je větší odolnost vůči záměrnému rušení. Největší rušení může způsobit takový rušič, který vysílá signál přesně stejného charakteru, jaký má i signál rušeného provozu. Tak např. k rušení radiotelefonního hovoru s amplitudovou modulací se velmi úspěšně používá nosná frekvence, jejíž amplituda je modulována šumem. Energie rušícího signálu musí být soustředěna na stejných frekvencích a ve stejném pásmu, na němž pracuje rušený přijímač. K efektivnímu zarušení přijímače je tedy nutné dosáhnout v daném frekvenčním rozmezí určité koncentrace rušící energie. K dosažení dostatečné koncentrace musí být rušič naprosto přesně vyladěna.

Zvláště je nutné vyladit středovou frekvenci signálu, hloubku modulace a ome-

zit šířku frekvenčního spektra modulujícího šumu, abychom vytvořili co největší koncentraci rušící energie. Kdybychom neomezili šířku frekvenčního spektra modulujícího šumu, rozdělila by se energie rušiče do širokého pásma a koncentrace energie by mohla být k účinnému rušení spojení nedostatečná.

Máme-li rušit signál na jednom postranním pásmu, musíme vytvořit daleko vyšší koncentraci rušivého signálu a přesně jej vyladit. Je velmi obtížné určit jednoduchými metodami signál, respektive nosnou frekvenci signálu s jedním postranním pásmem. Často je nemůžeme přesně zjistit vůbec. **Zaručí kterýkoli druh jednopásmového provozu bude tedy daleko obtížnější než obvyklé druhy provozu na dosavadních rádiových stanicích, používané v naší armádě.**

Nově zaváděná rádiová stanice s jedním postranním pásmem bude použita na těch spojích, kde se dosud používají výkonnější krátkovlnné rádiové stanice, tj. na stupni svaz–svazek, popřípadě i na vyšších stupních velení, kde se vyžaduje větší počet kanálů. **Zavedení těchto nových stanic ve svém důsledku bude znamenat snížení počtu stanic na místech velení.** Tak např. dosavadní tři spoje mezi místy velení svazu a svazku, vyžadující 6 rádiových stanic, zabezpečí 2 rádiové stanice s jedním postranním pásmem. Tím se současně sníží počet dopravních prostředků, obsluh, mechaniků, řidičů, záložního materiálu apod. Z ekonomického hlediska budou tedy nové rádiové stanice rozhodně výhodnější a odstraní současné nedostatky soudobých rádiových stanic. **S těmito novými rádiovými stanicemi pracujícími na jednom postranním pásmu bylo při zkouškách dosaženo spojení na vzdálenost 450, 1100 a 2800 km na místě všemi druhy provozu.**

V armádách NATO využívají rádiových stanic s JPP především ke spojení na velké vzdálenosti. Některá jejich hlavní takticko-technická data uvádí tabulka.

Ke spojení na střední vzdálenosti se předpokládá zavádět rádiové stanice s jedním postranním pásmem, pracující ve frekvenčním rozsahu 1–11 MHz. Deset podrozahů umožní nastavit celkem 1000 pracovních kmitočtů.

Rádiová stanice bude umožňovat telefonní provoz na jednom postranním pásmu kmitočtovou modulací, nebo telefonní provoz amplitudovou modulací, nebo telefonní provoz s amplitudovou manipulací na nosném kmitočtu. Použití speciálního přístroje umožní provoz trojnásobnou rych-

Typové označení	Frekv. rozsah	Počet prac. kmitočtů	Výkon	Dosah	Provozní možnosti
AN/ARC-21	2-24 MHz	44 000	250 W	5 000 km	3 tlf. 16 dáln. fototelegr.
AN/SRC-58	2-30 MHz	28 000	1 kW	5 000 km	
AN/TSC-16	2-28 MHz	4 800	10 kW	8 000 km	
AN/TSC-18	2-28 MHz	4 000	40 kW	11 200 km	
AN/TSC-19	4-28	28 000	10 kW		
AN/TSC-20			1 kW	4 000 km	

lostí (tj. z 50 baud na 150 baud) s frekvenčním zdvihem 500 Hz. Všechny druhy provozu budou umožněny při minimálním výkonu 0,5–1 W.

S tímto malým výkonem bude možné spojení telegrafním provozem na vybraných kmitočtech a se šikmým dipólem na vzdálenost až 600 km. Tyčová anténa umožní spojení v rozmezí od 5–25 km, symetrický dipól od 100 km výše.

Obdobné vlastnosti má mít i nová varianta tankové a automobilové rádiové stanice s jedním postranním pásmem, která umožní spojení na stejných kmitočtech od 20–1000 km. Podrobněji jsou dosahy uvedeny v tabulce.

Dosah rádiových stanic s troposférickým rozptylem je tím větší, čím vyšší je prostor v troposféře, tj. čím je větší průsečík směrových charakteristik antén vzájemně korespondujících stanic. Antény těchto rádiových stanic směřujeme tak, aby se spodní okraj laloků jejich směrových charakteristik dotýkal povrchu zemského. U troposférického rozptylu je vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem do 500 km a odrazové pole bývá v poloviční vzdálenosti ve výši pod 10 km, zatímco u ionosférického rozptylu bývá vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem do 2000 km a odrazové pole v poloviční vzdálenosti leží ve výškách kolem 100 km.

Druh antény	Provoz		Den/km	Noc/km
	fonie	klíčem		
Tyčová anténa 4 m	fonie		50	20
Tyčová anténa 4 m		klíčem	75	30
Symetrický dipól		klíčem	1000	

Vzhledem k těmto vlastnostem můžeme předpokládat, že tato rádiová stanice bude zaváděna u tankových a mechanizovaných útvarů a jednotek.

Ke spojení na větší vzdálenosti uvažuje se o rádiové stanici pracující s troposférickým rozptylem v oblasti velmi krátkých vln. K dosažení troposférického rozptylu je nutné konstruovat anténní systémy s ostře vymezenými směrovými účinky. Šířka kmitočtového spektra přenášeného signálu je řádově až 10^1 MHz. Čím vyšší je pracovní kmitočet, tím větší je šířka kmitočtového spektra přenášeného signálu.

Rádiové stanice pracující s troposférickým rozptylem jsou rovněž těžko rušitelné. Rádiový provoz na nich můžeme rušit v obou směrech za předpokladu, že rušič je umístěn uvnitř kružnice opsané nad spojnicí obou stanic. Při nedodržení této podmínky je možné rušení jen jednosměrné, nebo není vůbec možné. Je totiž velmi těžké bezpečně zjistit umístění těchto stanic odposlechem pro ostře směrový anténní systém, nahodilou dobu provozu a vzhledem na použitý pracovní kmitočet.

Některé typy těchto rádiových stanic pracují ve frekvenčním rozsahu 35–50 MHz a při výkonu 750 W umožňují spo-

jení na vzdálenost do 500 km. Na stupnici dělené po 8 kHz můžeme nastavovat 1876 pracovních kmitočtů. Tyto stanice umožňují duplexní telefonní spojení, dálkopisné spojení, vícekanálové dálkopisné spojení při využití souprav tónové telegrafie nebo současný provoz telefonní a dálkopisný. Kromě toho i současný dálkopisný provoz a provoz telegrafním (automatickým) klíčem nebo retranslací.

Objev rádiového spojení pomocí troposférického rozptylu se setkal s velkou pozorností u dálkových sdělovacích spojů, neboť to přispělo k poměrně málo náročnému spojení mezi státy, kontinenty a ostrovy. Pomocí rádiových stanic pracujících s troposférickým rozptylem mají USA spojení s Islandem, Kanadou, Grónskem, Anglií, Gibraltarem a Evropou. Ve všech těchto případech jsou to spoje k účelům vojenským, na nichž se uskutečňuje hlavně spojení dálkopisné.

V zahraničním tisku jsou zprávy o tom, že novější rádioreléové spoje využívají

rozsevu v troposféře a v ionosféře na velmi krátkých vlnách a jsou konstruovány k provozu na jednom postranním pásmu. Pomocí těchto stanic byl zřízen spoj mezi Washingtonem — Bostonem a Holtonem (vzdálenost 1000 km), sloužící ke spojení základen amerického vojenského letectva na východním pobřeží USA a ústředním velitelským stanovištěm.

Nevýhodou rádiových stanic pracujících s troposférickým rozptylem jsou velké anténní systémy s vysokými stožáry (30 m) a dlouhá výstavba anténního pole. Jsou snadno zjistitelné vizuálním způsobem, a proto i snáze zranitelné. Z těchto důvodů jsou vhodné ke stacionárnímu spojení u letectva PVO a k potřebě štábu vyšších velitelství.

I když jsem nevyčerpal všechny nové systémy rozvoje rádiového spojení, poukázal jsem na ty nejdůležitější, se kterými se setkáváme v blízké budoucnosti i v naší armádě.