

PROBLEMATIKA KV SPOJENÍ

Zabezpečení nepřetržitého a operativního velení vojskům klade stále větší požadavky na rádiové spojení. Jeho technický základ tvoří rádiové stanice pracující v krátkovlnném (3 - 30 MHz), velmikrátkovlnném (30 - 300 MHz), a ultrakrátkém (300 MHz - 3 GHz) vlnovém rozsahu.

Krátkovlnné (KV) spojení se v současné době využívá především k dálkovým rádiovým spojm, k rádiové navigaci a v meteorologii.

Ve spojovacích systémech Čs. armády se KV spojení využívá zejména na operačním stupni velení pro dálkové rádiové spoje. Využívá se v rádiových sítích chemického a ženiijního zabezpečení, v sítích radiačních informací, součinnostních a v sítích týlového zabezpečení.

Spojovací prostředky pracující v pásmu velmi krátkých vln (VKV) jsou používány výhradně pro spojení na taktickém stupni velení. S rozvojem technologie byla část potřeb a požadavků zajišťovaných KV prostředky na tomto stupni nahrazeny v 60. a 70. letech rádiovými stani-

cerní pracujícími v pásmu velmi krátkých vln. KIV spojení se zde i nadále využívá pro některé výhodné vlastnosti, jako je operativnost a velký rozsah spojení.

Pásmo ultra krátkých vln (UKV) je využíváno radioreléovými a troposférickými stanicemi na operačním stupni velení.

Snaha zvýšit spolehlivost spojení a zabezpečit přenos dat v číslicovém tvaru, který je předpokladem automatizace procesu velení a řízení vojsk, vede i v oblasti KV spojení k využívání číslicového přenosu.

Perspektivnost KV spojení je potvrzena tím, že i v současné době se ve vyspělých státech, vývojově řeší nové spojovací KV prostředky, zdokonalují se metody přenosu z hlediska vyšší odolnosti proti rušení a proti poruchám vznikajícím při šíření.

Problematika KV pásma

Krátkovlnné pásmo je v rámci vojenského spojení prakticky využíváno od 1,5 MHz do 30 MHz. KV vlny jsou málo vhodné pro spojení přízemní vlnou. Vlivem velkého útlumu krátkých vln nad polovodivou zemí se přízemní vlny při obvykle používaných výkonech šíří pouze do vzdáleností nepřesahujících několik desítek kilometrů.

Ke spojení na KV se obvykle využívá jejich šíření ionosférickými prostorovými vlnami, které mohou jednoduchým nebo několikanásobným odrazem od horních vrstev ionosféry a od země zprostředkovat rádiové spojení i na velké vzdálenosti.

Ionosféra je oblast horních vrstev atmosféry, která se vlivem slunečního záření rozpadá na elektrony a kladné ionty. Působením ionizace se vytvářejí čtyři vrstvy výrazného maxima ionizace obvykle označované jako D, E, F₁ a F₂ na kterých podle použitého pracovního kmitočtu dochází k odrazu, útlumu, aj.

Účast ionosféry při šíření KV přináší řadu charakteristických zvláštností:

- únik signálu,
- existence hluchého prostoru,
- rádiová ozvěna,
- rozdílnost při šíření vln ve dne a v noci,
- vzrůst poruch v noční době.

Spolehlivost KV rádiového spojení závisí především na použitém kmitočtu. V praxi pro určení optimálního pracovního kmitočtu se určuje předběžně rozsah kmitočtů, jejich spodní a horní hranice. Horní hranice charakterizuje takový kmitočet, při kterém vlna odražená od ionizované vrstvy zasáhne středisko příjmu při stanové vzdálenosti vysílače a přijímače střediska s využitím ionosféry. Spodní hranice charakterizuje nejmenší kmitočet, kdy při určitém útlumu lze zabezpečit spolehlivé spojení na určenou vzdálenost.

Podle předpokládaných změn v ionosféře se pro důležité rádiové spoje předpovídá denní průběh nejvyšších a nejnižších použitelných kmitočtů.

Při příjmu signálů KV vysílačů dochází často k nežádoucím jevům, zejména k rychlému kolísání intenzity elektrického pole přijímané vlny, tzv. úniku. Amplituda signálu se při úniku mění řádově 10krát až 100krát. Perioda úniku, tj. doba mezi dvěma za sebou následujícími maximy (minimy), mění se od několika desítek sekund do desetiny sekundy.

Příčinou úniku je interference několika paprsků, které přicházejí do místa příjmu po odrazu od ionosféry. Zvláště patrný únik můžeme zaznamenat při východu a západu Slunce. Z důvodu nestejného odrazu různých kmitočtů od ionosféry má také únik rozdílný průběh. Tuto kmitočtovou závislost nazýváme selektivní únik.

Únik na KV vlnách lze omezit různými způsoby. Nejznámější z nich je výběrový příjem, který využívá skutečnosti, že únik přijímaného signálu v bodech vzdálených od sebe několik set metrů má různou povahu a probíhá nezávisle. Používá se obvykle 2 až 3 antén se stejným počtem přijímačů a přijaté signály se sčítají ve výstupních obvodech přijímačů.

Únik lze také potlačit pomocí ostře směrové protiúnikové antény, která přijímá jen jeden základní paprsek odražený od ionosféry.

Dalším technickým opatřením používaným při konstrukci přijímačů jsou obvody automatické regulace citlivosti, které minimalizují únik.

Hlučné pásmo je dalším nedostatkem přenosu na KV spojení. Vzniká z důvodu, že povrchové vlny nedosahují do míst, kam dopadají první prostorové vlny odražené od ionosféry. Vlnové kratší vlny vytvářejí širší hlučný prostor, protože jejich prostorové paprsky se vracejí na Zemi dále od vysílače a povrchové vlny ztrácejí energii rychleji.

Rádiová ozvěna vzniká mnohonásobným odrazem rádiových vln od zemského povrchu a od ionizované vrstvy, je to podobný jev jako únik. Podstata záleží v tom, že jeden a týž signál přichází na vstup přijímače dvakrát nebo několikrát.

Rozdílné šíření vln ve dne a v noci musíme zvláště respektovat ve vojenské praxi, při činnosti na malých rádiových stanicích, kdy se požaduje spojení na 150-200 km.

Stav a vývojové trendy ve vyspělých státech

V taktickém spojení pozemního vojska byla v armádách NATO od 2. poloviny 80. let uskutečňována řada důležitých technických opatření ke zvýšení jeho odolnosti. Jde o vybavení rádiových stanic adaptivními anténními systémy, které potlačují příjem ze směru rušiče a dalšími technickými opatřeními, které obsahují obvody automatického číslicového rychlého doladění.

Intenzivní výzkumy jsou vedeny v oblasti anténních systémů. Elektronicky je upravován tvar vysílací charakteristiky, automaticky je měněna (s ohledem na směr rušičího signálu) i přijímací charakteristika, jsou vyvíjeny mnohoprvkové antény s ovládaním charakteristiky změnou fázových poměrů.

Při vývoji moderních KV rádiových stanic jsou stále širěji uplatňovány širokopásmové modulační metody, zejména metoda pomalých kmitočtových skoků. Přenos informace s rozprostřeným spektrem metodou kmitočtových skoků (Frequency Hopping - FH) byl řešen na základě zkušeností z vývoje rádiových stanic pracujících ve VKV pásmu (30-88 MHz). Vzhledem k velmi širokému poměru krajních kmitočtů pásma, rozdílnému způsobu šíření KV vln a nezbytnosti ladění antén, je rychlost kmitočtových skoků v KV pásmu poměrně nízká oproti skokům ve VKV pásmu.

Jako příklad špičkových výrobků lze uvést celou řadu rádiových stanic firmy THOMSON-CSF (Francie), např. TRC 350H - přenosná rádiová stanice pracující v pásmu 1,5 - 30 MHz metodou FH s výkonem 20 W, nebo řadu rádiových stanic TRC 351H, 353H, 354H lišící se pouze výkonem od 20 W do 400 W.

Současně s rozvojem širokopásmových metod přenosu, probíhají vývojové práce orientované na kompresi signálu a zvýšení hustoty přenosu dat. Probíhají zkoušky se zužováním pásma a zaváděním expandérů amplitudy, které umožňují zúžit kmitočtové pásmo na 60 % původní šířky.

V rámci modernizace se ke klasickým KV rádiovým stanicím, které využívají standardní telefonní kanál, připojuje zařízení převádějící hovorový analogový signál na číslicový (číslíkový vokodér), umožňující přenos hovoru zpravidla rychlostí 1200 nebo 2400 bit/s.

V ještě modernějším pojetí lze mezi běžně používaný blok vozidlové KV rádiové stanice a mikrofon připojit integrované zařízení, které současně pracuje jako vokodér, modem a utajovací zařízení.

Pro přenos fonické informace se nejčastěji používá modulace SSB (Single Side Band), která využívá buď horní, nebo dolní postranní pásmo. Hlavní výhodou oproti amplitudové modulaci je poloviční šířka pásma potřebná pro přenos, větší odolnost proti úzkopásmovému rušení a menší výkon pro stejný dosah.

Pro dálkopisný provoz a přenos dat se využívá kmitočtová modulace se standardizovanými

parametry signálu, zejména kmitočtové (FSK - Frequence Shift Keying) a fázové (PSI - Phase Shift Keying) klíčování.

V 90. let se dále předpokládá ve strategických systémech velení armád NATO a systémec dálkového spojení v oblasti KV využívat výběrový příjem, adaptivní metody přenosu a další technická opatření.

Stav v Čs. armádě

V Čs. armádě je používána řada středních (výkon do 200 W) a velkých (výkon 1000 W KV rádiových stanic pocházejících převážně z dovozu z bývalého SSSR, např. R 188, R 130 R 140 aj.

Obecně lze říci, že celková úroveň KV rádiových stanic používaných v Čs. armádě více či méně morálně a technologicky zaostává za parametry rádiových stanic vyspělých států. Pro informaci jsou základní parametry hlavních typů KV rádiových stanic uvedeny v tabulce.

Tabulka

Typ rádiové stanice	Výrobce	Rok zavedení	Rozsah kmitočtu [MHz]	Výkon [W]	Druh provozu
R - 118	býv. SSSR	1958	1 - 7,5	200	fónie, dálnopis
R - 140	býv. SSSR	1974	1,5 - 30	1000	fónie, SSB, dálnopis
R - 137	býv. SSSR	1975	20 - 60	1000	fónie, SSB, dálnopis
R - 161	býv. SSSR	1985	1,5 - 60	1000	fónie

Většina těchto stanic bude postupně nahrazována v rámci finančních možností Čs. armády dovozem nových typů KV rádiových stanic z vyspělých států.



Domnívám se, že KV jsou vhodné především pro stálé dálkové rádiové spoje, kde je možné trvale předvolit denní a noční kmitočty, použít zdvojeného příjmu, použít antén se směrovým účinkem a splnit i jiná opatření zabezpečující spolehlivé a nepřetržité spojení.

Pro vojenskou praxi je hlavní předností KV relativně velký rozsah fixovaných kmitočtů. Uvedený počet vytváří velké možnosti při organizování rádiového spojení. Za podmíněk vojenského rádiového spojení není vždy možné zaměřovat denní i noční kmitočty a je poměrně obtížná svobodná volba kmitočtů i antén vzhledem ke vzdálenostem rádiových spojů.

Přes pokračující tendence postupně přecházet k vyšším kmitočtovým pásmům, neztrácí KV rádiové stanice na svém významu a tvoří nedílnou součást rádiového spojení. Jejich vývoji je i v současné době, při využití technologie LSI a VLSI obvodů, věnována pozornost, zejména z hlediska zvýšení spolehlivosti spojení a zvýšení odolnosti proti radioelektronickému boji, ať již řadou technických opatření a doplňků, nebo vývojem a zaváděním nové generace rádiových stanic pracujícím s rozproštěným spektrem.