

KOORDINACE VYUŽÍVÁNÍ SPEKTRA RÁDIOVÝCH KMITOČTŮ

(Pokračování z VM 5/1977)

Decimetrové vlny

(viz obr. 5)

Pásmo decimetrových vln (UKV — 9. pásmo) zahrnuje kmitočty v rozmezí od 300 MHz do 3 GHz. Představuje tedy značně široké pásmo kmitočtů — 2 700 MHz.

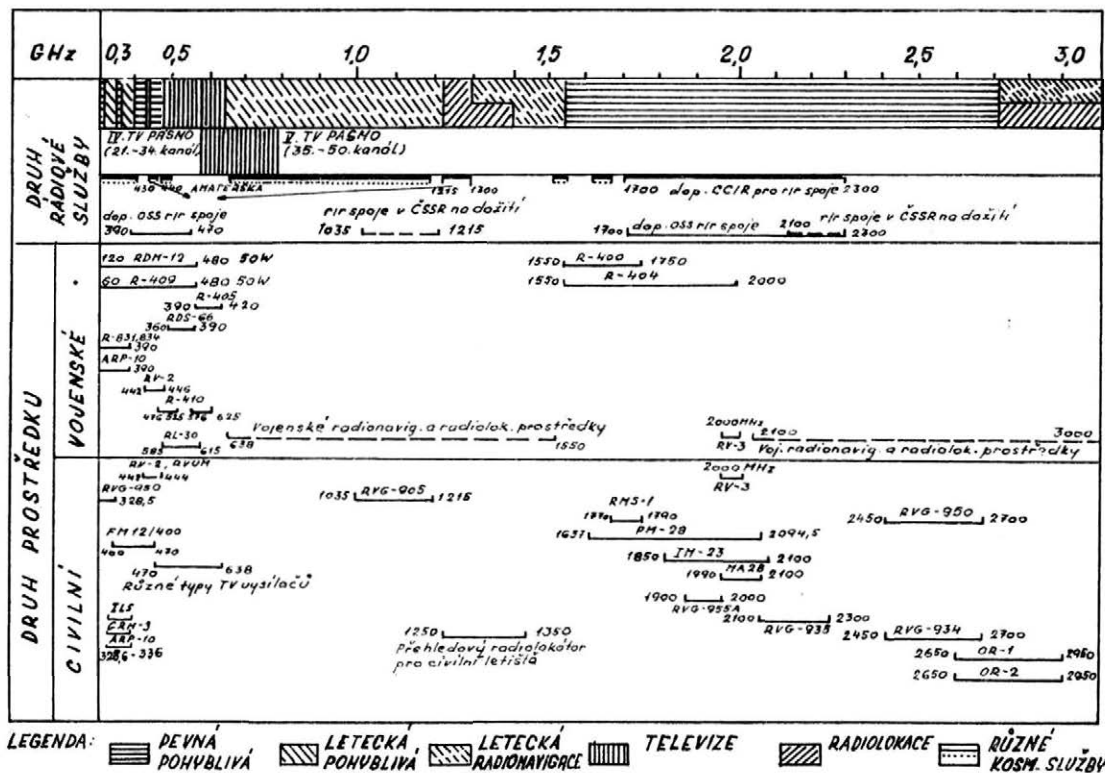
Decimetrové vlny mají s vlnami metrového pásma společné to, že se neodrážejí od ionosféry. Úplně ztotožňovat vlastnosti šíření metrových vln s vlnami decimetrovými by však nebylo správné. Difrakce, která se v malé míře vyskytuje u metrových vln, mizí s dalším zkrácením vlny téměř úplně. Při provozu na metrových vlnách často dosáhneme spojení mezi místy bez přímé viditelnosti, i když jsou v cestě např. stromy nebo jiné terénní překážky. U decimetrových a tím více u centimetrových vln je zpravidla nutná geometrická viditelnost. Šíření a pohlcování decimetrových vln závisí v určité míře na stavu nižších vrstev atmosféry. Tak např. pozorujeme zhoršení stavu spojení na centimetrových vlnách vlivem absorpce (pohlcování) za deště.

To by svědčilo o přednostech metrového pásma před pásmem decimetrových a centimetrových vln. Jejich využití má však i nesporné kladné stránky. Především je to jejich značný rozsah a tedy i velký počet pracovních kmitočtů. Malá vlnová délka umožňuje navíc i konstrukci rezonančních systémů a přijímacích i vysílacích antén malých rozměrů. Přitom se tyto antény vyznačují velkými směrovými účinky.

Je tedy spojení na decimetrových a centimetrových vlnách výhodné v těch případech, kdy lze stavbou vysokých nebo vhodně umístěných antén dosáhnout přímé viditelnosti. Výjimečný význam mají decimetrové a zvláště centimetrové vlny v radiolokaci, která je založena na přímočarém šíření vln a na jejich odrazu od pozorovaných předmětů, v našich podmínkách od cílů.

I když byl ještě před 20—25 lety rozsah využití decimetrových a centimetrových vln značně omezený, dnes nám i tato pásma činí z hlediska zabezpečení elektromagnetické koexistence velké potíže.

ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PÁSMÁ DECIMETROVÝCH VLN A JEHO OBGAZENÍ V ČSSR (300MHz-3GHz)



Tuto skutečnost plně potvrzuje současné obsazení pásma decimetrových vln v ČSSR.

Úsek 300—390 MHz byl vysvětlen již při rozboru situace v druhém leteckém pásmu.

Kmitočtová tabulka Organizace socialistických států pro spolupráci v oblasti spojů (OSS) doporučuje v dalším úseku decimetrových vln, od 390 do 470 MHz, rozvoj civilních radioreléových spojů. Podle schválených zásad meziresortní kmitočtové koordinace se předpokládá, že úsek 390—440 MHz bude využíván pro modernizovanou verzi málokanálové radioreléové stanice VAM se čtyřmi telefonními signály a s duplexním odstupem 10 MHz, zatímco v pásmu 440—470 MHz se uvažuje s dalším rozvojem pozemní pohyblivé služby. V tomto úseku je mimo jiné v celé Evropě zabezpečováno i dispečerské rádiové spojení mezinárodní železniční dopravy (lokomotiva — dispečerská stanoviště výpravek ve stanicích). I zde Radiokomunikační koordinační komise nedávno pro tyto účely, obdobně jako další socialistické státy (NDR, PLR, MLR), přidělila dva duplexní úseky.

Je třeba připomenout, že v úseku 420—430 MHz navíc pracují rádiové výškoměry PRV-1 a RVUM, které se využívají na všech vojenských i civilních vrtulových letadlech a vrtulnících.

Další úsek decimetrového pásma 470—638 MHz je přidělen v socialistických státech pro televizi. Zahrnuje IV. televizní pásmo (470—582 MHz, tj. kanály č. 21—34) a část V. televizního pásma (582—638 MHz, tj. kanály č. 35 až 41). V ČSSR je určen pro zabezpečení 2. programu čs. televize. V současné době je z plánovaných 50 základních vysílačů již 25 v provozu. Po dokončení výstavby 2. programu čs. televize se předpokládá, že jeho vysílání bude zabezpečovat kromě uvedeného počtu základních vysílačů téměř 1000 vykrývacích vysílačů.

V souvislosti s realizací plánu výstavby 2. programu čs. televize zvažovala se reálnost zasazení troposférických stanic R-410 na území ČSSR (475—523 MHz a 575—625 MHz, tj. 21.—27. kanál TV a 34.—40. kanál, celkem 14 kanálů 2. programu čs. televize). Praktické zkoušky v PLR prokázaly, že troposférická stanice R-410 je se službou televize neslučitelná. V tomto případě dochází k většímu rušení spíše u troposférických stanic R-410, především v důsledku vysoké citlivosti jejich přijímačů.

V části kmitočtového pásma, určeného pro rozvoj 2. programu čs. televize, byl v minulosti zasazen rádiový retranslátor RL-30 „FÁZE“ (585—615 MHz), určený pro dálkový přenos radiolokačního obrazu od zařízení P-35. V souladu s plánovanou výstavbou dalších vysílačů 2. programu čs. televize bude nutné pečlivě zvážit možnost vzájemného rušení a včas učinit opatření k jeho předcházení.

Velmi složitá situace je i ve zbývajícím úseku V. televizního pásma (638 až 790 MHz, tj. kanál č. 42—60), které je přiděleno celosvětově rozhlasové službě s určením pro televizi. I v ČSSR se zde v souladu se Stockholmským kmitočtovým plánem počítá s přípravou 3. programu televize. Podle tabulky OSS i článku 331 Radiokomunikačního řádu je však pásmo 622—790 MHz navíc přiděleno v socialistických státech i službě letecké radionavigace. Z 21 televizních kanálů, plánovaných v uvedeném pásmu je již nyní vojenskými radionavigačními systémy obsazeno plných 16. Situací v V. televizním pásmu se zabývala v roce 1975 porada specialistů Organizace OSS za účasti představitelů generálních štábů a vyčlenila pro rozvoj televize pouze kanály 40 a 41 (622

až 638 MHz) bez omezení a kanály 50, 51 a 52 (702—726 MHz) s právy služby „povolené“, tedy pouhých 5 kanálů.

I když je další úsek decimetrového pásma 790—960 MHz celosvětově určen pro rozvoj televize a mohou jej využívat i stanice pracující na principu šíření rozptylem v ionosféře, v socialistických státech je tabulkou OSS jednoznačně přidělen letecké radionavigaci. Využívají jej výhradně vojenské radionavigační i radiolokační prostředky (radionavigační systém blízké navigace, přesné přibližovací a přistávací rádiové majáky, radiolokátory P-15 a další). Také pásmo 960—1 215 MHz je přiděleno radiokomunikačním řádem i tabulkou OSS pro rozvoj radioelektronických prostředků letecké radionavigace, umístěných na palubě letadla a pro pozemní zařízení k nim příslušející. Pracují zde některé rádiové dálkoměry a další vojenské a civilní radionavigační a radiolokační prostředky.

V ČSSR zatím ještě v úseku 1 035—1 215 MHz pracují navíc také civilní radioreléové spoje. Provoz zasazených prostředků je povolen pouze na dožítí. Další rozvoj civilních radioreléových spojů zde v zájmu ochrany vojenských prostředků není povolen.

Protože jsou v uvedeném úseku radioreléové stanice FMS zasazeny pouze v malém počtu, nečiní nám zatím zabezpečení vzájemně nerušeného provozu s vojenskými prostředky vážnější obtíže.

Pro rozvoj letecké radionavigace a radiolokace s důrazem na vojenské prostředky je určeno i pásmo 1 215—1 550 MHz. Kromě důležitých vojenských prostředků je zde provozován i přehledový radiolokátor, určený pro zabezpečení letišť čs. aerolinií. Pásmo 1 215—1 300 MHz využívá také amatérská služba.

Z hlediska zájmů spojovacího vojska je zajímavé pásmo 1 550—2 100 MHz. V úseku 1 550—2 000 MHz pracuje radioreléová stanice R-404. Protože představuje páteř spojovací soustavy, máme na zabezpečení jejího nerušeného provozu mimořádný zájem. Právě proto bude nutné velmi pečlivě koordinovat její zasazování s provozem civilních radioreléových prostředků, pro jejichž rozvoj je tabulkou OSS přidělen úsek 1 700—2 100 MHz.

Federální ministerstvo spojů plánuje perspektivně využívat pásmo 1 750 až 2 100 MHz pro radioreléové spoje druhého řádu, do kterých se počítají systémy pro přenos 24, 60 a 120 telefonních kanálů.

Při provozu radioreléových stanic R-404 i civilních radioreléových spojů bude třeba počítat i s tím, že v úseku 1 985—2 015 MHz pracuje radiovýškoměr RV-3, který využívá jak vojenské, tak i civilní letectvo.

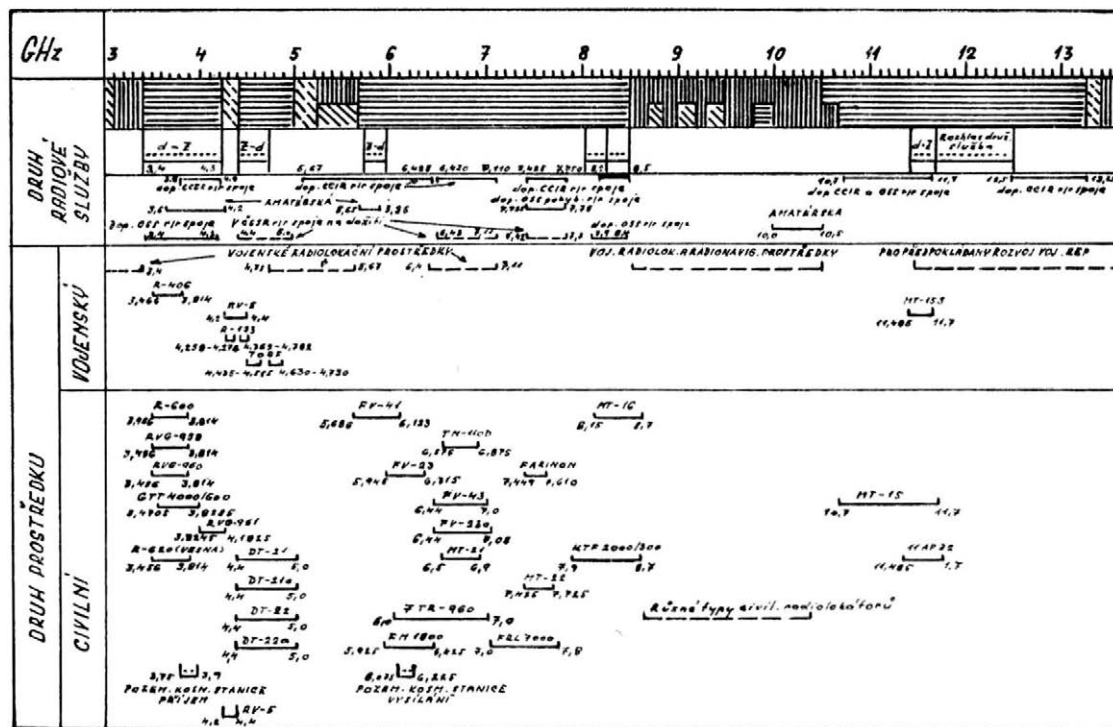
Zbývajícím úsekem pásma decimetrových vln od 2 100 do 3 400 MHz, který již zasahuje do pásma centimetrových vln, má význam především pro vojenská radioelektronická zařízení. Pracuje v něm řada vojenských a civilních přehledových radiolokátorů, některé průzkumné radiolokátory a radiolokační výškoměry.

Centimetrové vlny

(viz obr. 6)

Do pásma centimetrových vln (10. pásmo) počítáme rozsáhlé spektrum kmítočtů od 3 do 30 GHz, což představuje šířku 27 GHz. Centimetrové vlny jsou pro své vlastnosti výhodné především pro radioreléové spoje, radiolokaci a radionavigaci. Řada úseků tohoto pásma je přidělena i pro různé druhy družicových služeb. Podobně jako u pásma decimetrových vln, i zde jsou

ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PÁSMO CENTIMETROVÝCH VLN A JEHO OBSAZENÍ V ČSSR



kmitočtové rozsahy většiny vojenských prostředků utajovány. Mohu je tedy rozebrat pouze všeobecně.

Počáteční úsek centimetrového pásma do 3,4 GHz je přidělen pro radiolokaci a jeho využití jsem vysvětlil.

Další úsek od 3,4 do 4,2 GHz se celosvětově využívá v souladu a doporučením CCIR pro rozvoj radioreléových spojů. V ČSSR je určen pro rozvoj radioreléové sítě 1. řádu, tj. pro zařízení, která umožňují podle použitého typu přenos 300, 600, 960 nebo i 1 020 telefonních kanálů.

Při rozvoji radioreléových spojů v pásmu 3,4–4,2 GHz je nutné počítat s tím, že pásmo 3,4–3,9 GHz současně využívá i pevná družicová služba (družice – Země). Pro ČSSR je to aktuální tím spíše, že zde pracuje i naše pozemská kosmická stanice, které byl přidělen pro příjem úsek 3,750 až 3,900 GHz.

V úseku 3,456–3,814 GHz pracuje také 48 kanálová radioreléová stanice R-406, kterou jsou vybavena vojska Sovětské armády.

Na pásmo 3,4–4,2 GHz bezprostředně navazuje 200 MHz široký úsek, určený pro leteckou radionavigaci. V ČSSR v něm využívá vojenské i civilní letectvo rádiový výškoměr typu RV-5.

Pro vybudované radioreléové spoje je v ČSSR tabulkou OSS povolen v pásmu 4–5 GHz do skončení jejich amortizační lhůty ještě úsek 4,4–5,0 GHz. Zařízení, která tento úsek využívají, jsou součástí radioreléové sítě 2. řádu.

Pásmo 4–5 GHz má význam i pro rozvoj vojenských radioelektronických prostředků a je zatím nejvyšším pásmem, kde jsou zastoupeny i prostředky spojovacího vojska. V duplexních úsecích 4,258–4,278 GHz a 4,362–4,382 GHz pracuje troposférická stanice R-133, která je zavedena v Sovětské armádě. Další dva úseky (4 435–4 555 MHz a 4 630–4 750 MHz) jsou využity troposférickou stanicí „TORF“, kterou plánujeme zavést v ČSLA v nejbližších letech. Je zajímavé, že štáb Spojených ozbrojených sil doporučil v nedávné době úseky shodné s kmitočtovým rozsahem této troposférické stanice i pro rozvoj civilních radioreléových spojů. Znamená to, že spodní část pásma 4 GHz bude vyžadovat pečlivou meziresortní kmitočtovou koordinaci.

Zbývající úsek pásma 4 GHz od 4,750 GHz a většina pásma 5 GHz až do 5,670 GHz jsou v socialistických státech vyhrazeny pro radionavigační a radiolokační prostředky vojenského charakteru. Rozvoj civilních rádiových služeb se zde nedoporučuje.

Teprve pásmo 5,670–6,425 GHz je v ČSSR přiděleno na základě doporučení CCIR a v souladu s kmitočtovou tabulkou OSS pro radioreléové spoje. Obdobně jako pásmo 4 GHz, i toto pásmo má pro radioreléové spoje FMS mimořádný význam, neboť je určeno pro rozvoj radioreléové sítě 1. řádu.

Úsek 5,725–6,426 GHz sdílí radioreléové spoje s pevnou družicovou službou (Země – družice). Pro ČSSR se to týká zvláště úseku 6,075–6,225 GHz, v němž pracuje vysílač čs. pozemské kosmické stanice.

Náročná na koordinaci je i zbývající část pásma 6 GHz od 6,225 GHz do 7 GHz, ve kterém pracují některé radiolokační prostředky ČSLA, které však současně využívají pevné a pohyblivé radioreléové spoje FMS. Protože je toto pásmo perspektivně určeno výhradně pro rozvoj vojenských radioelektronických prostředků, meziresortní Radiokomunikační koordináční komise ČSSR rozhodla povolit v něm provoz vybudovaných radioreléových spojů pouze do skončení jejich amortizační lhůty a výstavbu dalších tras nerealizovat.

Složitá je situace také v pásmu od 7 do 8 GHz. Jeho značná část je určena především pro rozvoj vojenských radioelektronických prostředků. Pouze v úseku 7,425–7,750 GHz povoluje kmitočtová tabulka OSS zasazování pohyblivých radioreléových prostředků určených pro přenos televizního signálu s výkonem do 1 W. Některé ze socialistických států, mezi nimi NDR, PĽR a ČSSR neměly o rozvoj pohyblivých radioreléových spojů v uvedeném úseku zájem a začaly v něm v souladu s doporučením CCIR budovat stacionární radioreléové spoje. U nás byly pro tyto účely využity i další úseky pásma 7–8 GHz.

Protože by další rozšiřování stacionárních radioreléových spojů federálního ministerstva spojů v pásmu 7,0–7,9 GHz mohlo přinést z hlediska zabezpečení elektromagnetické koexistence s vojenskými prostředky značné problémy, nové radioreléové spoje stacionárního charakteru zde nebudou zřizovány.

Na základě doporučení CCIR se celosvětově rozvíjí radioreléové spoje v pásmu 7,9–8,5 GHz. V zájmu ochrany vojenských prostředků, které jsou ve výzbroji spojeneckých armád, doporučuje tabulka OSS pro radioreléové spoje v socialistických státech pouze užší pásmo 7,9–8,4 GHz. Možnost využití zbývajících 100 MHz se zkoumá. V ČSSR je pásmo 7,9–8,4 GHz určeno jako doplňkové pásmo pro radioreléové spoje 1. řádu a pro mobilní reportážní televizní zařízení.

Specifické postavení má zde mobilní radioreléové zařízení MT 16 (8,15 až 8,7 GHz), které bylo konstruováno především pro účely přemostění vyřazených úseků radioreléových a kabelových tras. Jeho použitelnost snižuje ta skutečnost, že nerespektuje platné rozdělení kmitočtových pásem, které povoluje radioreléové spoje pouze do 8,4 GHz.

Široké pásmo od 8,5 do 10,7 GHz je radiokomunikačním řádem i kmitočtovou tabulkou OSS přiděleno převážně pro radiolokaci. Je to jedno z nejdůležitějších pásem určených pro tyto účely a v ČSSR v něm pracuje řada palubních radiolokátorů civilního a vojenského letectva a některé letištní dispečerské a přistávací radiolokátory.

I v tomto kmitočtovém pásmu vyžaduje zabezpečení vzájemně nerušeného provozu radioelektronických prostředků pečlivou kmitočtovou koordinaci, založenou na dobré znalosti vlastností i využití jednotlivých civilních a vojenských zařízení.

Poslední pásmo, které se v ČSSR využívá na základě doporučení CCIR a v souladu s kmitočtovou tabulkou OSS pro radioreléové spoje, je úsek 10,7 až 11,7 GHz. Kromě moderních reportážních televizních přenosových zařízení pro barevnou televizi MT-15 se zde počítá s masovým zasazováním 32 kanálových radioreléových stanic čs. výroby 11 AP 32, které mají vytvořit rozsáhlou radioreléovou telefonní síť 3. řádu.

Pro své velmi dobré vlastnosti našlo zařízení MT-15 uplatnění v ČSLA, kde je využíván pod názvem MT-15S letectvo a PVOŠ pro přenos radiolokačního obrazu. Jeho zasazování pečlivě koordinujeme s federálním ministerstvem spojů.

Pásmo 10,00–11,00 GHz je zajímavé i pro radioamatéry, pro něž je přidělen úsek 10,0–10,5 GHz.

Pro rozhlasovou družicovou službu, s určením pro televizi, zabezpečenou přímým šířením z družic, přidělilo v lednu letošního roku shromáždění zplnomocněných zástupců členských států Mezinárodní telekomunikační unie (UIT) pásmo 11,7–12,5 GHz.

Stále stoupající význam radioreléových spojů i omezené kapacitní možnosti dosud pro tyto účely přidělených pásem vyžadují, abychom hledali další možnosti jejich rozvoje. V nedávné době bylo proto CCIR pro rozvoj radioreléových spojů doporučeno další pásmo 12,5–13,25 GHz. Možnost jeho využití pro radioreléové spoje se zkoumá i v socialistických státech.

Zbývající část pásma centimetrových vln je určena převážně pro rozvoj radioelektronických prostředků vojenského charakteru. Při současném rychlém rozvoji radioelektroniky můžeme s jeho praktickým využitím počítat v nedaleké budoucnosti.

Radiokomunikační řád i kmitočtová tabulka OSS zahrnovaly až do roku 1971 rozdělení kmitočtových pásem ve spektru od 10 kHz do 40 GHz. Na správní konferenci UIT pro kosmické spoje v roce 1971 bylo mimo jiné rozhodnuto rozšířit kmitočtovou tabulku až do 275 GHz. Toto rozhodnutí bylo motivováno tím, aby se udal směr, ve kterém se bude rozvíjet technika jednotlivých rádiových služeb. Jeho cílem bylo i to, aby se předešlo jejich dalšímu chaotickému vývoji a s tím spojeným národohospodářským ztrátám, které by vznikly, až by se zařízení musela převádět do jiných pásem, stanovených později. I když byla kmitočtová tabulka rozšířena do 275 GHz, v novém rozsahu od 40 do 275 GHz zůstává přesto celkem 63 GHz, tj. cca 27 % uvedeného pásma nepřiděleno.

Protože je praktické využití zbytku pásma centimetrových vln a pásma milimetrových vln otázkou budoucnosti a současných problémů spojených s praktickým využíváním kmitočtových pásem se nedotýká, mohu na tom rozbor využívání spektra rádiových kmitočtů v ČSSR zakončit.



Současný stav využití spektra rádiových kmitočtů dosáhl ve většině vyspělých států kritické úrovně a vyžaduje stále naléhavěji účinná koordináční opatření.

Není těžké předvídat, že se problém elektromagnetické koexistence v blízké budoucnosti ještě více zkomplikuje. Sníží se možnost přidělení volných kmitočtů pro nové radioelektronické prostředky, neustále se bude zvyšovat úroveň vzájemného rušení mezi jednotlivými radioelektronickými systémy.

Rozbor současného stavu využití spektra rádiových kmitočtů v ČSSR ukázal, že i u nás může být složitá situace v této oblasti úspěšně řešena pouze za předpokladu promyšlení a systematické kmitočtové koordinace.

Nejiná je situace v ČSLA, kde nasycenost vojsk nejrůznějšími radioelektronickými prostředky dosáhla takové úrovně, že se účinné řešení otázek elektromagnetické koexistence stalo jedním z důležitých předpokladů bojové pohotovosti armády.

To vyžaduje aby se otázkami využívání spektra rádiových kmitočtů nezabýval pouze specializovaný kmitočtový orgán na úrovni generálního štábu, ale aby se plnění úkolů spojených se zabezpečováním elektromagnetické koexistence radioelektronických prostředků stalo nedílnou součástí činnosti odpovědných specialistů druhů vojsk a služeb na stupni MNO i štábů vojenských okruhů, svazů a svazků.