

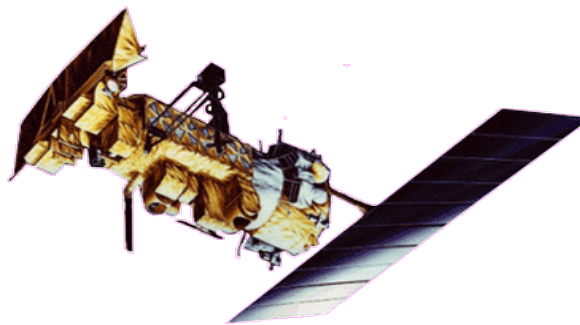
## VHF sateliti

Kljub temu, da že vsaj nekaj desetletij VHF področje ni več kdovekako pomembno za satelitske komunikacije, se da tukaj še vedno slišati nekaj zanimivih satelitov. Večina teh kroži v polarnih tirnicah (t.j. s tako inklinacijo, da na svoji poti letijo tudi nad polarnimi področji) na nizkih višinah (LEO, low earth orbit, višine cca. 400 do 3000 km). Radioamaterske satelite bom namenoma preskočil. Prav tako bom izpustil kopico vojaških satelitov, ki oddajajo nekje od 240 do 400 MHz. Tukaj bo govora o satelitih, ki oddajajo na „neradioamaterskih“ frekvencah in se jih da zaznati z najosnovnejšo radijsko opremo - VHF SSB (za nekatere satelite je dovolj tudi FM) sprejemnik, nekaj vsaj malce podobnega anteni ter osebni računalnik s programom za sledenje satelitom (npr. „Satscape“), v veliko pomoč in skorajda nepogrešljiv pa je tudi program za zvočno spektralno analizo (npr. „SpectrumLab“ ali „Spectran“). „Črte“, ki jih rišejo signali s satelita, se namreč zaradi dopplerjevega efekta na spektrogramu izrisujejo kot bolj ali manj poševne krivulje (frekvenca signala pada, slišimo lahko padajoč ton), kar jih tudi ob prisotnosti veliko šuma bistveno razločuje od le-tega in ostalih prisotnih motilnih signalov (ki se večinoma izrisujejo kot ravne črte). Iz oblike krivulje se da tudi zelo enostavno ugotoviti, ali se satelit približuje ali oddaljuje. Sam večinoma uporabljam odličen programček „SpectrumLab“.

Tako sem se med bivanjem v Londonu malo igral in poskušal sprejemati VHF satelite kar iz hotelske sobe (v tretjem nadstropju od sedmih). 25cm veliko gumi antenico sem postavil na okno ter speljal nekaj metrov RG58 koaksa do postaje

Yaesu FT-100d. Sprejem je bil seveda opazno slabši kot doma z zunanjo anteno, pa tudi postaja je izven radioamaterskih obsegov dokaj „gluha“, a vseeno mi je uspelo brez večjih težav zaznati v nadaljevanju navedene satelite. Sprejemal sem večinoma na SSB, satelite NOAA, ORBCOMM, TRANSIT in COSMOS pa da zelo lepo slišati tudi na FM, za kar pa mora seveda biti sprejemani signal precej močnejši.

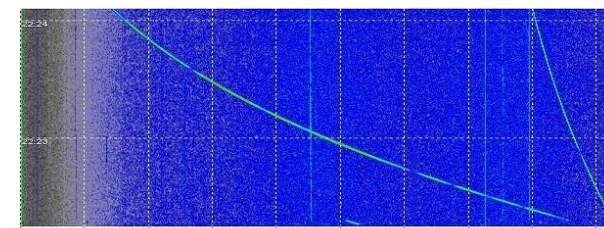
Na VHF obsegu so verjetno najbolj znani ameriški „polarni“ vremenski sateliti agencije NOAA, ki oddajajo meteorološke slikice tudi v frekvenčnem pasu 137-138 MHz. Slikice prenašajo običajno na dveh kanalih (dve sliki hkrati - eno v infrardečem eno pa v vidnem delu svetlobnega spektra) z močjo 5W.



Polarni satelit NOAA

Prenos zasede pasovno širino okoli 36 kHz, je pa zelo podoben FAX oz. SSTV prenosu. Praviloma je vklopljen tudi 1W radijski svetilnik, okoli te frekvence pa naj bi se prenašala tudi telemetrija (+-8kHz, 8320bps, PSK Split-Phase, TIP-Tiros Information Processor). Poleg NOAA je bilo v podobne namene izstreljeno še kar nekaj satelitov, recimo ruski Meteor, Resurs in Okean (137 MHz)

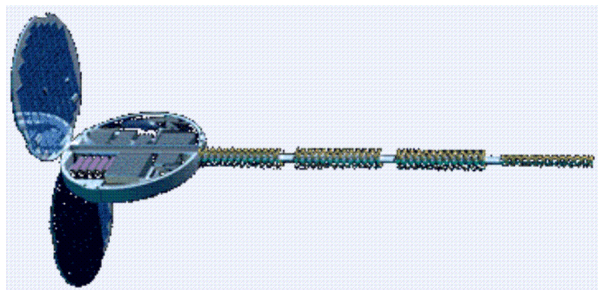
ali kitajski Fengyun (180 MHz), ne vem pa, kako je z njihovo operativnostjo danes (signal s satelitov Fengyun 1C in 1D sem sicer uspel zaznati, z ruskimi pa nisem imel sreče). Poleg tega namerava sistem polarnih vremenskih satelitov vzpostaviti tudi agencija EUMETSAT – prvi satelit (MetOp-A, oddajal naj bi tudi na VHF področju) je bil predviden za izstrelitev julija letos, a so le-to zaradi tehničnih težav preložili za nedoločen čas.



Zanimiva slika sledov radijskih svetilnikov satelitov NOAA 14 in bolj oddaljenega NOAA 17 (okoli frekvence 137,770 MHz). Iz usločene oblike krivulj lahko sklepamo, da se satelita od nas oddaljujeta.

Poleg vremenskih delujejo v področju 137-138 MHz tudi sateliti sistema ORBCOMM. To je komercialni sistem za posredovanje krajših sporočil na ročne in mobilne terminale. Ti sateliti imajo zelo močen signal, ki se sliši kot nekakšen „packet“, signali pa trajajo cca. eno do nekaj sekund. Dostikrat s svojo oddajo motijo tudi sprejem vremenskih satelitov. ORBCOMM oddajajo 20W SD-PSK pri 4800 bit/s (uporabniški signali) in O-QPSK pri 57,6 kbps (137,56 MHz, „Gateway Transmitter“ - zveza z upravnimi postajami na zemlji, 5W), poleg tega pa še 1W radijski svetilnik na 400,1MHz. Ozvezdje je precej gosto (cca. 36 satelitov), tako da lahko skoraj ob vsakem trenutku dneva zasledimo vsaj

en njihov signal.

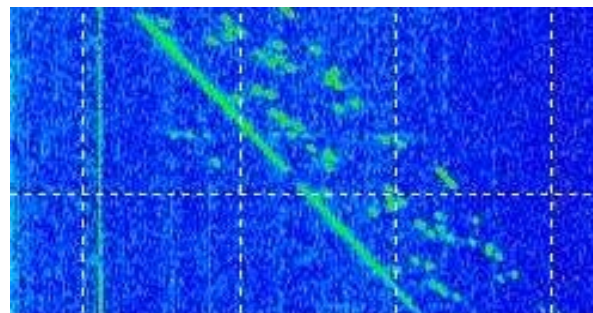


Satelit sistema Orbcomm

Zanimive stvari se dogajajo okoli frekvence 150MHz. Tukaj še vedno oddajajo dve vrsti LEO navigacijskih satelitov, in sicer TRANSIT ameriškega sistema NNSS (Navy Navigational Satellite System) ter COSMOS sorodnega ruskega sistema..

Prvi poskusni satelit NNSS je bil neuspešno izstreljen davnega leta 1959, le nekoliko več sreče so imeli z drugim leto kasneje. Kasnejši operativni sateliti so imeli oznako TRANSIT – „O“ („Oscar“, ne smemo jih zamešati z enako oznako za radioamaterske satelite). Sistem je bil prvotno namenjen le za vojaško uporabo (ažuriranje navigacijskih podatkov inercialnega navigacijskega sistema balističnih raket na ameriških podmornicah), kasneje pa so ga za navigacijo lahko uporabljali tako vojaški kot civilni uporabniki. Uporabo satelitov TRANSIT v navigacijske namene so opustili konec leta 1996. Takrat so zadevo preimenovali v „NIMS“ (Navy Ionospheric Monitoring System) – sedaj jih uporabljajo za meritve v ionosferi. Na podlagi razlike v zakasnitvah VHF in UHF signalov (sateliti oddajajo tudi na frekvenci cca. 400MHz)

lahko ocenijo nekatere parametre ionosfere.



Sled signala satelita tipa TRANSIT-„O“, cca. 149.978MHz (2250-2450Hz)

Zadnje satelite Transit-„O“ so izstrelili spomladi in poleti leta 1988 in te lahko še vedno slišimo. Razred zase je NNS O-2 (Transit 5B-5), ki je eden najstarejših, če ne celo najstarejši še „piskajoči“ satelit – čeprav je bil zaradi okvare za navigacijo neuporaben že dva tedna po izstrelitvi decembra 1964.

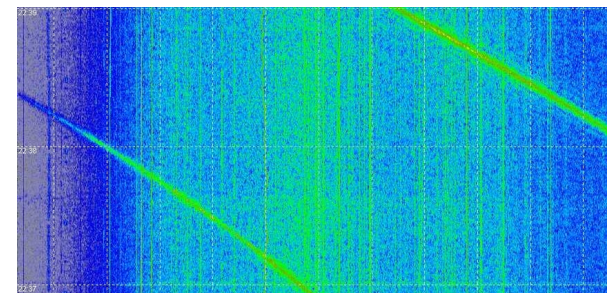


Transit-O (Oscar), zadnja satelita iz serije sta bila izstreljena 25. avgusta 1988

Na VHF oddajajo sateliti TRANSIT FM signal

(0,75 - 1W) z večimi podnosilci. Kar sem uspel brez težav sprejeti so signali v pasu 2250-2450Hz in 4500-4900Hz, vse skupaj pa se sliši kot zelo melodično ponavljajoče se zaporedje tonov. Oblika prenosa baje ni več enaka tisti, ko je sistem še služil navigaciji, o kodiranju in formatu podatkov pa je tudi bolj malo znanega.

Tudi ruske navigacijske satelite COSMOS – PARUS je na VHF zelo lahko sprejeti. Signal vsebuje tok podatkov, kateri je slišati nekako podobno kot RTTY. Modulacija je NFM, moduliran nosilec pa ima tri komponente: 3kHz, 5kHz in 7kHz. Podatke prenašata prva dva podnosilca (hitrost 50bit/s). Prehod iz 3kHz na 5kHz predstavlja logično enico, komponenta na 7kHz pa služi kot časovna referenca. Ravno ta "bip-bip" vsako sekundo je vzrok, da je satelit slišati natanko tako kot je to običajno izvedeno v nizkopračunskih znanstveno-fantastičnih filmih. Podatke iz satelitov COSMOS se da tudi dekodirati. Signal vsebuje informacijo o točnem času (standardni moskovski čas, UTC+3) ter o položaju satelitov. Več o tem je obširno razloženo na spletnih straneh, navedenih na koncu članka.



Cosmos 2414, AFSK podnosilca na 3 in 5 kHz

Rusko ozvezdje „VHF“ navigacijskih satelitov je

sicer obsegalo dva podsistema: vojaške (tipa Parus, razporejene v šestih orbitalnih ravninah z razmikom 30 stopinj) in civilne (Nadežda, Cikada, razporejene v štiri orbitalne ravnine z razmikom 45 stopinj) satelite. Po podatkih s spleta civilni sistem ni več aktiven. Običajno je v vsaki orbitalni ravnini oddajal po en satelit, rezervni so bili ugasnjeni, satelite v uporabi pa so menjavali dokaj pogosto. Poleg funkcije navigacije naj bi ti sateliti imeli še možnost posredovanja podatkov z nekaterih drugih satelitov ter „store and forward“ zmogljivosti. Za razliko od prej omenjenega ameriškega NNSS sestavljajo ruski sistem dokaj novi sateliti, saj je bil npr. Cosmos 2414 izstreljen januarja 2005.

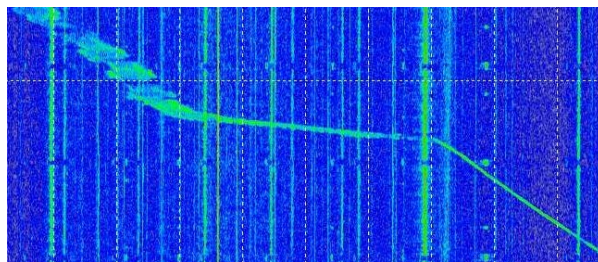


Satelit „PARUS“ ruskega LEO navigacijskega sistema

Zelo aktivna frekvenca je tudi 150,0125 MHz. Tu sem brez težav sprejel radijske svetilnike satelitov RADCAL, GEOSAT in njegovega naslednika GFO (Geosat Follow-On). Ti signali (skupaj s sorodnimi na UHF področju, običajno 400,032 MHz) služijo za meritve v ionosferi. Poleg tega se tu sliši šest nedavno izstreljenih satelitov FORMOSAT 3 (COSMIC), ki med drugim nosijo VHF, UHF in „L-band“ radijske svetilnike. Zanimivo je npr. videti sledi FORMOSAT 3D in 3E, ki sta trenutno zelo blizu – enotna sled ob

priletu se razcepi v dve, te pa se ob odletu spet združita v eno. V bližnji prihodnosti je predvidenih za izstrelitev še nekaj satelitov, ki bodo oddajali tudi na tej frekvenci (NPSAT, STPSAT1, C/NOFS,...).

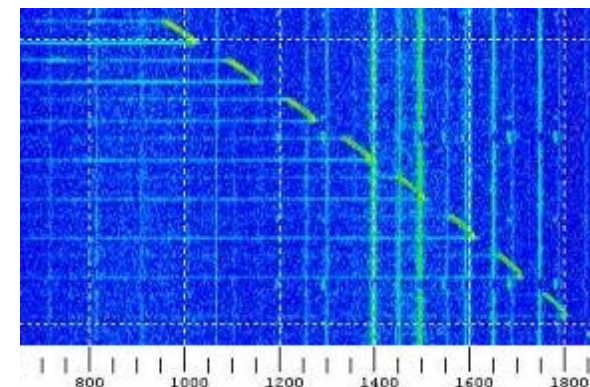
Če se vrnemo na področje 136-138 MHz: tu je oddajalo in še vedno oddaja kar precej satelitov. Večinoma se da slišati nemonulirane signale in tudi telemetrijo nekaterih starejših „preživelih“ satelitov (npr. prej omenjeni Transit 5b5, pa TIROS-10, TIROS-N, ISIS-1, NIMBUS-4, POPPY-6 in 7 in še nekaj drugih), pa tudi kakšen novejši se najde vmes (COMPASS-2, HAMSAT).



Transit 5B-5 (NNS O-2), prehod oddaje iz nemonuliranega signala na telemetrijo (s precejšnjim skokom frekvence).

V nadaljevanju so navedeni sateliti, ki sem jih uspel sprejeti. Pri sprejemu je seveda potrebno upoštevati še dopplerjev efekt, kar pomeni, da moramo ob priletu satelita poslušati nekaj kHz više, ob odletu pa ravno obratno. Nekateri od teh satelitov oddajajo tudi v UHF pordočju (okoli 400MHz), zato sem dopisal tudi te frekvence, kjer sem jih sprejel. Navedel sem še kataloške številke (NORAD ID) in mednarodno identifikacijsko oznako (COSPAR ID) za lažje iskanje keplerjevih elementov po spletu. Oznaka „28654, 2005-18A“

tako npr. pomeni, da je to 28654 objekt v orbiti po ameriški klasifikaciji, druga oblika zapisa pa pove, da je to prvi objekt osemnajste izstrelitve leta 2005. Te označbe najdemo tudi v dvovrstičnih parametrih keplerjevih elementov (prva elementa zgornje vrstice bi bila tako za prejšnji primer 28654U 05018A).



Sled signala satelita „Tiros-N“

Sprejeti sateliti:

#### APT signali NOAA:

NOAA-12 in 15: 137,500 MHz

NOAA-17: 137,620 MHz

NOAA-18: 137,100 ali pa 137,9125 MHz

#### Radijski svetilniki ter telemetrija NOAA:

NOAA 12: 136,770 MHz

NOAA 14, 16 in 17: 137,770 MHz

NOAA 15 in 18: 137,350 MHz

NORAD ID in COSPAR ID:

NOAA-12: 21263, 1991-32A

NOAA-14: 23455, 1994-89A

NOAA-15: 25338, 1998-30A

NOAA-16: 26536, 2000-55A

NOAA-17: 27453, 2002-32A

NOAA-18: 28654, 2005-18A

**ORBCOMM:** več zelo močnih signalov na različnih

frekvencah v pasu 137 – 138MHz, radijski svetilnik na 400,1 MHz.

**TRANSIT-“Oscar“:**

O-23 in O-25: 149,988 in 399,968 MHz

O-31 in O-32: 149,978 in 399,942 MHz

NORAD ID in COSPAR ID:

O-23: 19070, 1988-033A

O-25: 19419, 1988-074A

O-31: 19420, 1988-074B

O:32: 19071, 1988-033B

**COSMOS (Parus):**

Cosmos 2398: 149,910 in 399,760 MHz

Cosmos 2378: 149,940 in 399,840 MHz

Cosmos 2407: 149,970 in 399,920 MHz

Cosmos 2414: 149,970 in 399,920 MHz

Signale teh satelitov (precej šibkejše) sem zasledil tudi na sosednjih kanalih in na 150,000 MHz.

NORAD ID in COSPAR ID:

Cosmos 2398: 27818, 2003-023A

Cosmos 2378: 26818, 2001-023A

Cosmos 2407: 28380, 2004-028A

Cosmos 2414: 28521, 2005-002A

**TRANSIT 5B-5 (NNS O-2):** 136,650 MHz, nekakšna telemetrija ali pa nemoduliran signal. Zdi se, da signal občasno naključno zbežlja nekaj sto Hz ali celo par kHz gor ali dol (965, 1964-83D)

**FENG-YUN 1C:** nosilec na 180,006 MHz (25730, 1999-025A)

**FENG-YUN 1D:** nosilec na 180,007 MHz (27431, 2002-024B)

**RADCAL:** 150,0125 MHz; 400,032 MHz nemoduliran svetilnik (22698, 1993-041A).

**GEOSAT:** 150,0125 MHz; 400,032 MHz, nemoduliran svetilnik (15595, 1985-021A).

**GFO:** 150,0125 MHz; 400,032 MHz nemoduliran svetilnik (25157, 1998-007A)

**FORMOSAT 3 (COSMIC):** 150,0125 MHz, nemoduliran svetilnik ter 400,032 MHz.

NORAD ID in COSPAR ID:

FORMOSAT 3A: 29047, 2006-11A

FORMOSAT 3B: 29048, 2006-11B

FORMOSAT 3C: 29049, 2006-11C

FORMOSAT 3D: 29050, 2006-11D

FORMOSAT 3E: 29051, 2006-11E

FORMOSAT 3F: 29052, 2006-11F

**TIROS-N:** 137,770 MHz, prekinjajoč čivkajoč signal (11060, 1978-96A).

**TIROS-10:** 136,233 MHz, 1,3 kHz AM moduliran signal (1430, 1965-051A).

**ISIS-1:** signal na 136,410 MHz (3669, 1969-09A)

**NIMBUS-4:** signal (velikokrat frekvenčno precej nestabilen) na 136,500 MHz, nemoduliran nosilec ali pa podatki 4000bps PCM/PM (VIP - Versatile Information Processor). (4362, 1970-25A)

**POPPY-6:** nemoduliran svetilnik 137,410 MHz (dejansko nekaj kHz nižje – okoli 137,406 MHz). Ta satelit baje pomotoma označujejo kot S69-4 (4237, 1969-82E, OPS 7613 P/L 4 ).

**POPPY-7:** nemoduliran signal na 137,080 MHz. (5680, 1971-110C, OPS 7898 P/L 2).

**TIMATION-2:** signal na 137,380 MHz (4256, 1969-82B, v tabelah keplerjevih elementov je označen kot OPS 7613 P/L 1).

**EGRS-13:** signal na 136,800 MHz (3891, 1969-37B)

**ERS-15, (SECOR-7?):** signal na 136,440 MHz, okoli podnosilca 1,3 kHz pa nekakšen FSK kjer posamezen nivo traja cca. 8 sekund. Na spletu se najdejo nasprotujoči si podatki o imenu tega objekta - nekateri viri trdijo, da je to v bistvu EGRS oz. SECOR-7 (tako je označen tudi v tabelah keplerjevih elementov), drugi pa navajajo ERS-15 (2411, 1966-77B)

**SOLRAD-7B:** signal na 136,800 MHz (1291, 1965-16D)

**SHINSEI:** nemoduliran signal na 136,965 MHz (5485, 1971-80A)

**COMPASS-2:** 137,350 MHz, neenakomerno presihajoč / prekinjajoč signal ali pa delček sekunde do nekajsekundi modulirani signali (29157, 2006-19A)

**HAMSAT (VO-52):** 137,175 MHz, 256bps BPSK, podoben signal sem sprejel hkrati tudi na 137,225 MHz ter radijski svetilnik na 137,200 MHz (28650, 2005-17B).

nekaj uporabnih povezav:

<http://www.hearsat.org>

<http://www.zarya.info>

<http://www.uhf-satcom.com>

<http://space.skyrocket.de>

<http://www.svengrahn.pp.se>

<http://home.arcor.de/satellitenwelt>

<http://www.heavens-above.com>

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/sc-query.html>

<http://centaur.sstl.co.uk/sshp>

<http://mdkenny.customer.netSPACE.net.au/emitters.html>

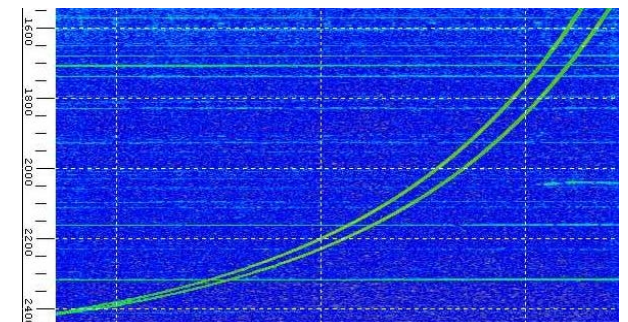
Satscape:

[www.satscape.co.uk](http://www.satscape.co.uk)

DL4YHF Spectrum Lab:

<http://people.freenet.de/dl4yhf/spectra1.html>

Gregor, M/S53RA



Signala satelitov FORMOSAT 3D in 3E – ob priletu divergirata zaradi naraščajoče razlike relativne hitrosti glede na sprejemnik (pri odletu se spet „združita“).