

Radijsko opazovanje pulzarja B0329+54

Matjaž Vidmar in Tadeja Saje

Pulzar je močno namagnetena ($B=10^{10}$ Tesla!), vrteča se nevtronska zvezda, ki oddaja dva žarka elektromagnetnega valovanja iz magnetnih tečajev moči v razredu $P=10^{22}$ W. Glede na valovno območje pulziranja razdelimo pulzarje v radijske, rentgenske in gama pulzarje. Ker os vrtenja pulzarja ne sovпада z osjo magnetnega polja, kamor pulzar seva, se pulzar obnaša kot vrteči svetilnik. Na Zemlji zaznamo impulz, ko nas zadene vrteči snop pulzarja.

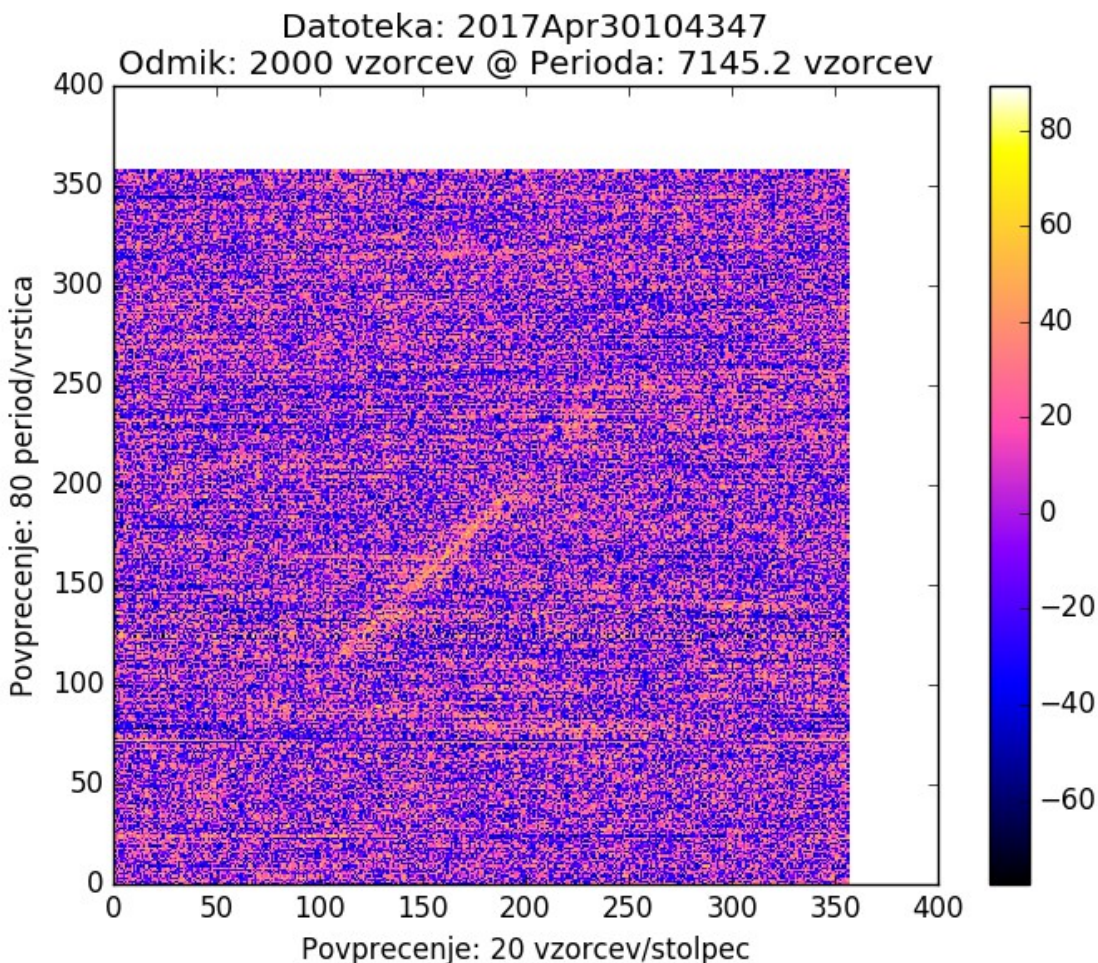
Prvi pulzar je odkrila leta 1967 Jocelyn Bell. Sprejem pulzarjev velja med amaterski astronomi z majhnimi antenami za sveti gral. Najmočnejši pulzarji dosegajo na nižjih frekvencah (400MHz) spektralno gostoto moči nekaj tisoč mJy. Gostota moči pulzarja s frekvenco upada, medtem ko sevanje toplotnih izvorov gostota moči s frekvenco narašča. Amaterski astronom bi se rad izognil lokalnim radijskim motnjam in disperziji pulzarjevega signala s sprejemom na višjih frekvencah, kjer žal sevanje pulzarja usiha.

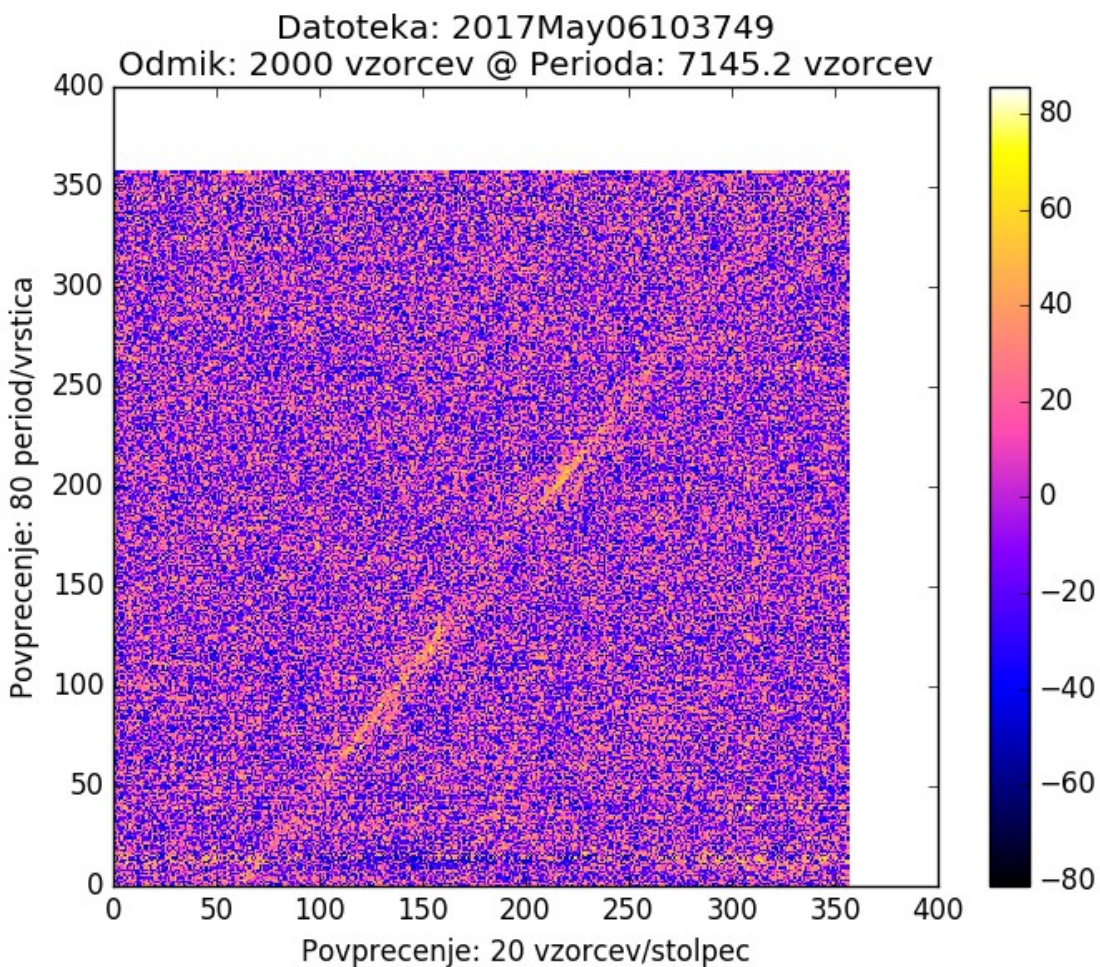
Mi smo opazovali pulzar B0329+54, ki je najmočnejši pulzar viden s severne poloble. Literatura navaja zanj gostoto moči okoli $S=200$ mJy pri $f=1.4$ GHz oziroma $S=1200$ mJy pri $f=400$ MHz. Sprejem pulzarja otežuje migotanje (scintillation) in frekvenčna disperzija signala. Vzrok obeh pojavov je medzvezdna snov, ki v naši galaksiji v povprečju vsebuje $N=30000$ elektronov/m³. To je sicer 10^8 -krat manj kot zemeljska ionosfera, ampak njen učinek se stopnjuje na ogromnih astronomskih razdaljah. Nehomogenost medzvezdne snovi dodatno povzroča migotanje.

Za razliko od migotanja zvezdic pri optičnem opazovanju, so pojavi v ioniziranem plinu obratno sorazmerni kvadratu frekvence. Na višjih frekvencah se radijsko migotanje upočasnjuje in disperzija znižuje. Naš radioteleskop z anteno premera $d=3.1$ m sprejema v frekvenčnem pasu $f=1.4$ GHz, ker perioda migotanja znaša nekaj ur. Pulzar smo poslušali v pasovni širini 20MHz, kjer frekvenčna disperzija razširi signal za $\Delta t=1.5$ ms. V primerjavi s širino pulza $t_{50\%}=6.6$ ms izvora B0329+54 je disperzija pri $f=1.4$ GHz dovolj majhna, da je ni potrebno odstraniti.

Z našo majhno anteno $d=3.1$ m ne moremo videti enega samega pulza. Povprečiti moramo več deset-tisoč period z natančnim upoštevanjem Dopplerjevega pomika nazivne periode našega pulzarja $T=0.71452$ s. Vsak dan z anteno sledimo pulzarju in posnamemo $t=6$ ur signala, kjer nas omejuje

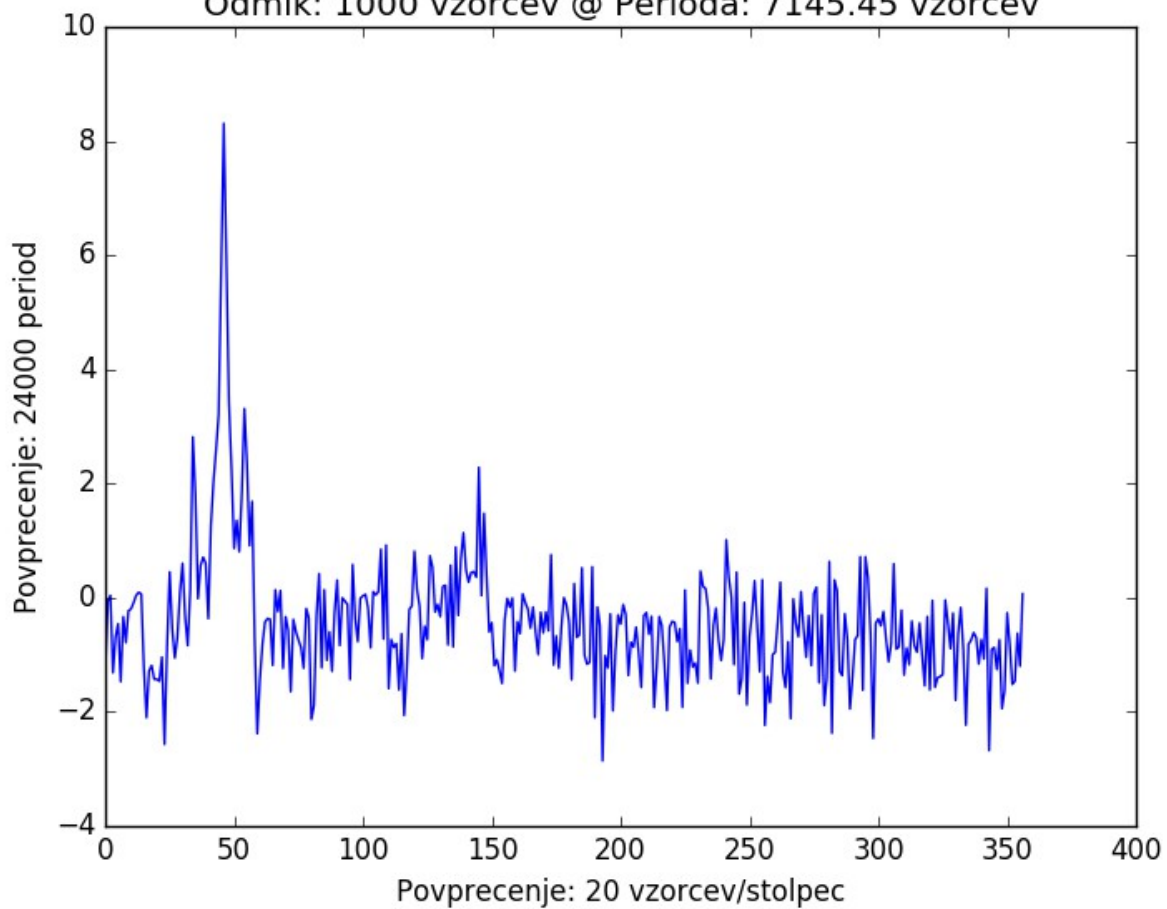
polarizacija naše sprejemne antene. Meritev najprej prikažemo kot slap (waterfall). Če slap izrišemo z nazivno periodo pulzarja, signal vidimo kot poševno črto zaradi Dopplerjevega pomika, kjer glavino doprinese vrtenje Zemlje okoli Sonca. Črta je prekinjena, včasih povsem presahne zaradi migotanja, kot je razvidno na spodnjih dveh posnetkih:

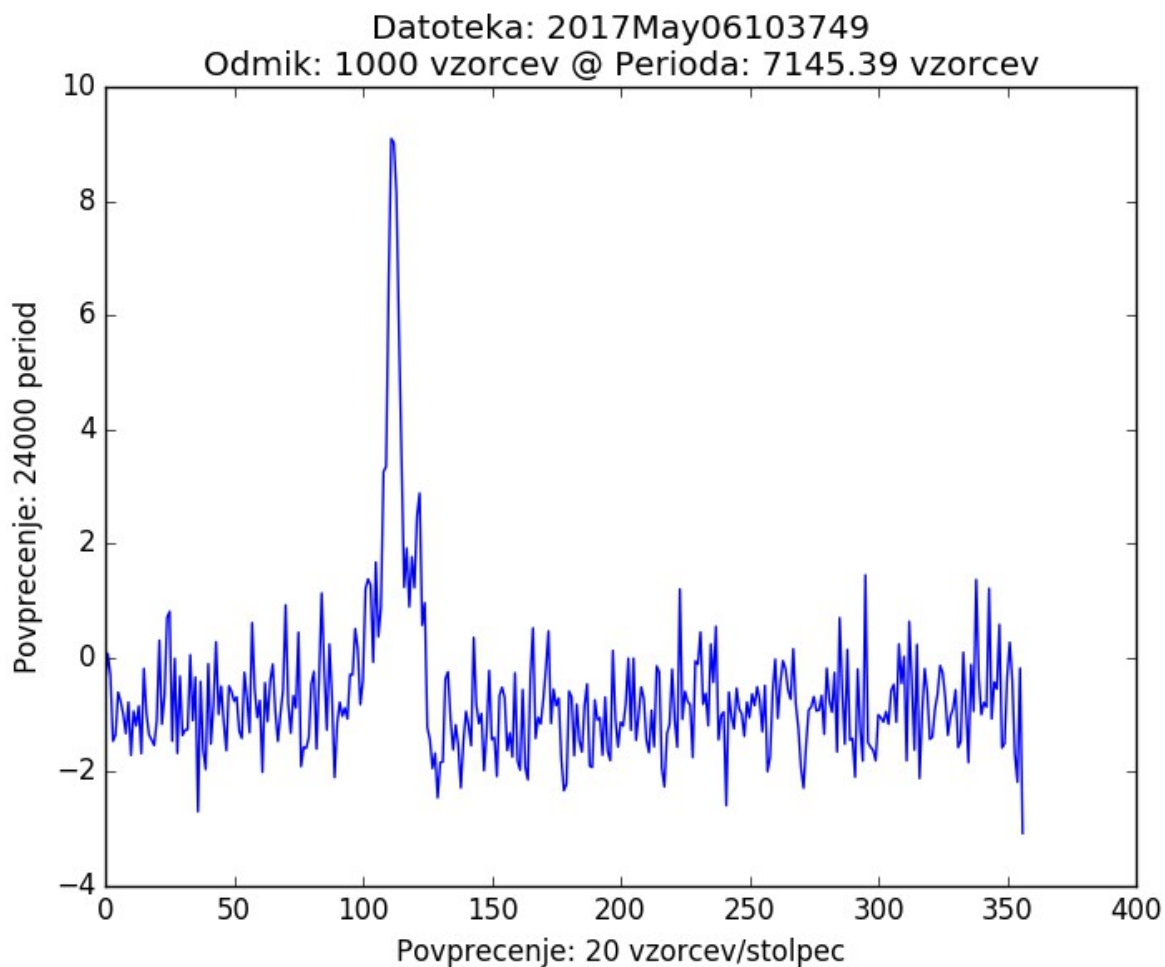




Sled ima različen naklon, ker se v šestih dneh Zemlja premakne okoli Sonca za nezanemarljivih 6 stopinj in se vektor njene hitrosti ustrezno zasuka. Iz obeh posnetkov moramo najprej določiti natančno periodo zaradi Dopplerjevega pomika, da lahko izrišemo povprečeno obliko pulza:

Datoteka: 2017Apr30104347
Odmik: 1000 vzorcev @ Perioda: 7145.45 vzorcev





Kljub naši skromni anteni pri vseh opazovanjih opazimo posebnost izvora B0329+54: pred glavnim pulzom je še manjši predhodnik, za glavnim pulzom sledi še dodaten manjši pulz. Fizikalna razlaga je v obliki snopa sevanja pulzarja, ki lahko sestoji iz več koncentričnih stožcev. Glavni pulz daje osrednji stožec, predhodnik in slednik izvirata iz zunanjšega stožca, kar nas zadene dvakrat!