

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна
Факультет радіофізики, біомедичної
електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра космічної радіофізики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

підпис ініціали, прізвище

“ _____ ” _____ 2020 року

Кваліфікаційна робота магістра

на тему:

**Дослідження властивостей джерел транз'єнтного
випромінювання на низьких частотах**

Виконав: студент II курсу магістратури, групи РР-66
спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали,
освітньо-професійна програма «Радіофізика і електроніка»

Мухін О.В.

Керівник
Доктор фіз.-мат. наук

Захаренко В.В.

Харьків 2020

Реферат

Мухін О. В. Дослідження властивостей джерел транзйентного випромінювання на низьких частотах. Звіт з переддипломної практики. Харків, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем, кафедра космічної радіофізики, 2020.

Дана робота складається з доповнення та розширення вже існуючої бази даних для 380 транзйентів.

Ключові слова: Огляд, транзйент, міра дисперсії, густина потоку

UDK: 550.388.2; 551.510.535

Abstract

Mukhin O.V., Study of the properties of transient radiation sources at low frequencies. Report on Research, Department of Space Radio Physics, School of Radio Physics, Biomedical Electronics and Computer Systems, Kharkiv V. Karazin National University, Kharkiv, 2020.

This work consists of supplementing and expanding the existing database for 380 transients.

Key words: Survey, transient, dispersion measure, flux density

ЗМІСТ

1.ВСТУП	4
2.РОБОТА З БАЗОЮ ДАНИХ.ІІ ДОПОВНЕННЯ І РОЗШИРЕННЯ	7
3.ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	29

1. ВСТУП

Характерною рисою сучасної астрономії є зростання кількості спостережних даних. Проведений на радіотелескопі УТР-2 декаметровий огляд північного неба з метою пошуку пульсарів і джерел транзйентного випромінювання (Огляд) тому приклад. Необхідність практично повної автоматизації процесів пошуку об'єктів за певними ознаками (включаючи і створення самонавчальних алгоритмів - machine learning і deep learning) вимагає дуже ретельно підходити до первісного вибору критеріїв автоматичного пошуку і передбачати значне число тестів, які відсіювають хибнопозитивні результати. Повною мірою це відноситься якраз до вивчення транзйентних сигналів (надалі транзйентів), спостерігати які неможливо багаторазово, отже, критерії відбору сигналів повинні бути дуже жорсткими. Прикладом невдалого підходу можуть бути результати детектування сигналів в радіообсерваторії Паркс, частина яких потім була виділена в групу перитонів. Їх подальше вивчення показало, що з дуже великою ймовірністю це були сигнали від мікрохвильової печі в моменти виключення магнетрона, спектр яких був близький до спектру, який мають короткі широкосмугові сигнали нейтронних зірок із-за дисперсії в міжзоряному середовищі (МЗС) з частотною залежністю f^{-2} . Тому найголовнішим і складним завданням дослідження транзйентних сигналів є завдання довести, що вони мають космічне походження. Встановити, чи є прийняті сигнали перешкодами або були породжені космічними джерелами, стало можливим тільки за допомогою аналізу всіх доступних характеристик сигналу (включаючи локальний час приходу) і урахування напрямку бічних пелюсток радіотелескопа.

Основним завданням після запису і попередньої обробки (очищення від потужних завад і усунення дисперсійної затримки - дедиспергування) всіх даних Огляду є відсіювання низькоінтенсивних перешкод, які можуть

проявитися при накопиченні сигналів по частоті. Варто відзначити, що не тільки важливим, але і практично єдиним наявним в арсеналі дослідників критерієм є дисперсійне запізнювання в МЗС космічних широкосмугових коротких сигналів (тривалістю одиниці-десятки мілісекунд). Збільшення часу розсіювання до низьких частот (яке було виявлено у так званого "Lorimer burst") може бути міцним і надійним критерієм тільки в тому випадку, коли сигнал перевищує шум в парціальній смузі (наприклад 4 МГц) більш ніж в 8-10 разів (точка з інтенсивністю $1/e \approx 0.3679$ від максимуму повинна помітно перевищувати шум). Таке перевищення сигналу над шумом в декаметровому діапазоні навіть на найбільшому радіотелескопі світу для транзйентних радіоастрономічних сигналів не вдається отримати.

Через відсутність можливості спертися на додаткові критерії доказу космічного походження сигналів, ми маємо можливість виключити всі відомі джерела передбачуваних низькоінтенсивних завад, частотні залежності яких близькі до залежностей транзйентних сигналів. Найважливішим з'явився тест, в якому був проведений пошук сигналів, що мають часову затримку не f^{-2} , а $-f^{-2}$, тобто коли низькі частоти випереджають високі з такою ж абсолютною часовою затримкою. Цінність цього тесту полягає в двох важливих аспектах. По-перше, часто зустрічається на декаметрових хвилях модуляція інтенсивності континуальних джерел випромінювання іоносферними мерехтіннями має досить широкий спектр і схожий частотний нахил (рис.1). Априорі не можна виключити того, що значна частина прийнятих сигналів є короткими за часом мерехтіннями космічного радіовипромінювання на іоносферних неоднорідностях. Часто дуже важливим є запізнювання і випередження нижніх частот по відношенню до верхніх при мерехтіннях з приблизно однаковою ймовірністю. Тому перевірка наявності сигналів з затримкою між частотами, пропорційної $-f^{-2}$ імовірно дозволить виявити частку сигналів, породжених мерехтіннями (і з залежністю f^{-2}). По-друге, якщо використовувати інвертовані за часом дані спостережень (рис.2), а не створювати програму дедиспергування під

"зворотну" міру дисперсії DM, то можна перевірити, не продукує чи наявна програма обробки будь-які артефакти.

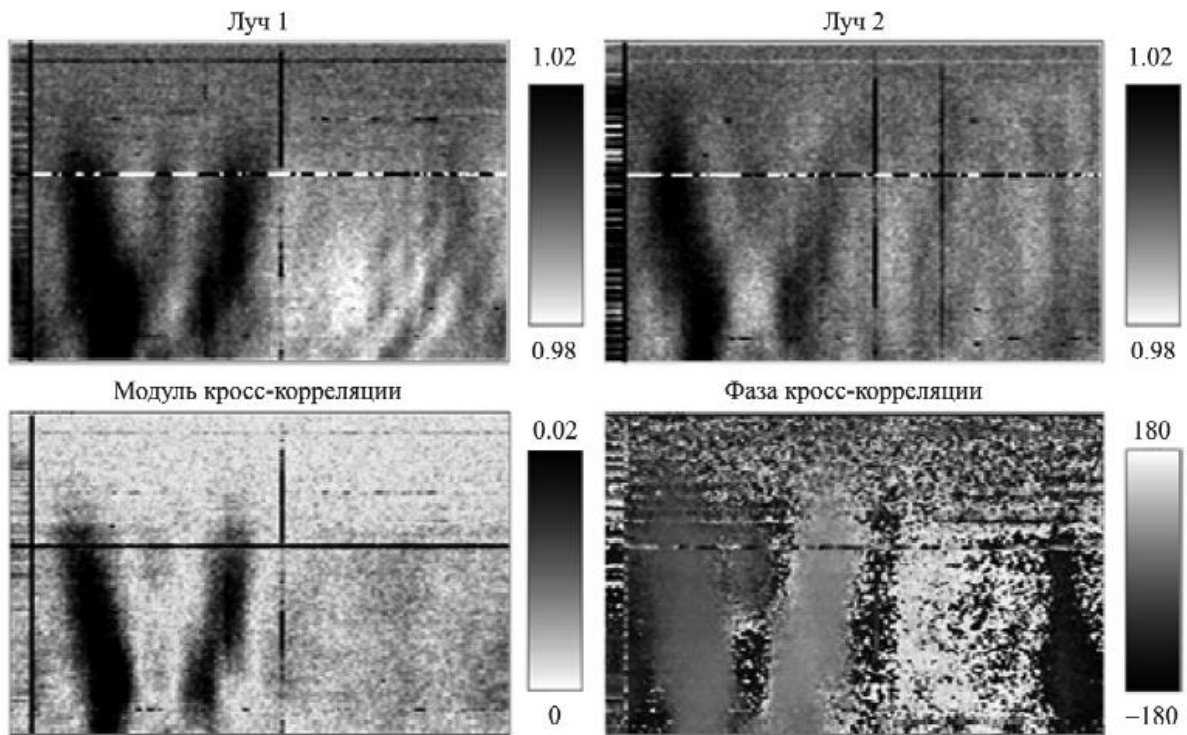


Рис.1. Приклади широкосмугових мерехтінь з різним частотно-часовим нахилом. Тривалість кадру складає 120 с.

Треба сказати, що по витраченому часу рахунків цей тест довше звичайного конвеєра обробки даних, що застосовується в Огляді. Але характерні риси сигналів з "прямим" і "зворотним" мірами дисперсії можна отримати вже при аналізі частини даних.

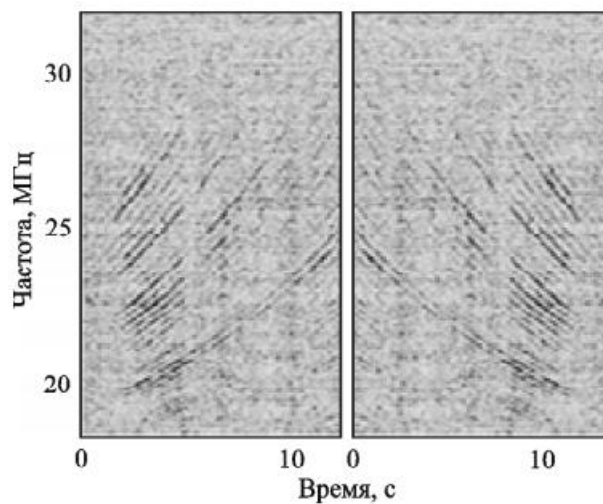


Рис.2. Сигнали пульсара B0809 + 74 інвертовані у часі для аналізу з "зворотної" дисперсійної залежності (зліва). Справа для порівняння наведено вихідні дані

2. РОБОТА З БАЗОЮ ДАНИХ. ЇЇ ДОПОВНЕННЯ І РОЗШИРЕННЯ

Одним з моїх завдань було розширення бази даних по вже відомим параметрам. Ця база даних була отримана при Огляді і було виділено 380 транз'єнтів. База даних складається з таких параметрів, як: RA, dec, DM, SNR, DM_corr, SNR_corr, T та S, де

RA - пряме піднесення,

dec - схилення,

DM - міра дисперсії,

SNR - сигнал/шум,

DM_corr - міра дисперсії після уточнення,

SNR_corr - сигнал/шум після уточнення,

T – яскравісна температура,

S - густина потоку випромінювання.

Для цього у мене вже були всі необхідні параметри, а решта (температуру і густину потоку) я повинен був отримати. Для того, щоб дізнатися яскравісну температуру для 380 транз'єнтів, мені потрібно було для кожного транз'єнта, користуючись рис.3, вручну знайти за координатами місце на карті і співвіднести з колірною температурною шкалою внизу рисунка, температури вказані в тисячах градусів Кельвіна. Після того, як був заповнений стовпчик з температурами, я повинен був розрахувати для 380 транз'єнтів густину потоку по сигнал/шуму і доповнити цим таблицю. Густина потоку розраховувалася за формулою:

$$S = \frac{2kT * SNR_{corr}}{A(Bt)^{0.5}}, \text{ де}$$

k - постійна Больцмана,

T - яскравісна температура,

A - ефективна площа (розраховується множенням $A_{max} = 150\,000\text{ м}^2$ на косинус зенітного кута - в нашому випадку модуль різниці між 50 градусами і схиленням транзйєнта),

B - смуга 16 500 000 Гц,

t – часова роздільна здатність 0.008 с.

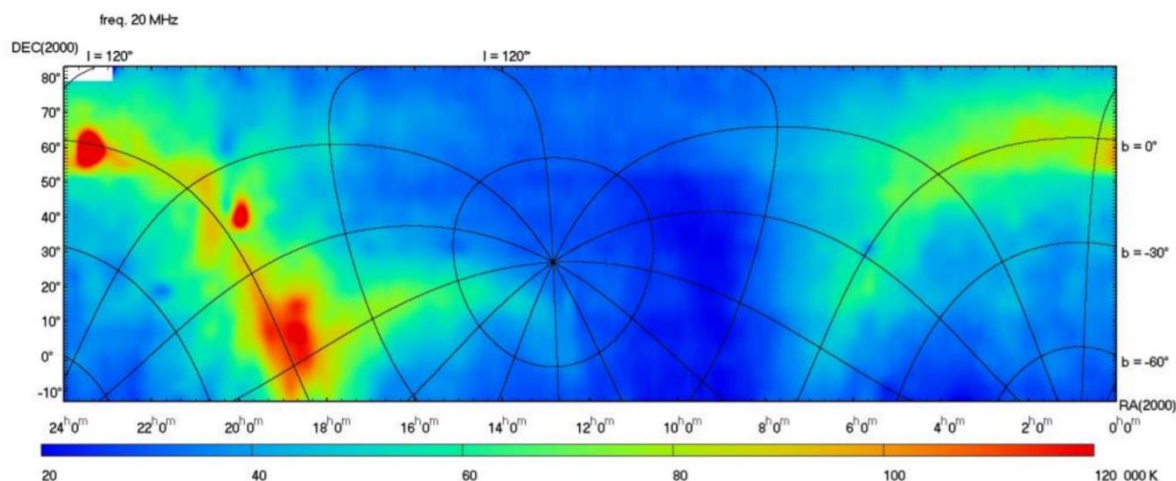


Рис.3.Карта яскравісної температури на 20 МГц

Після того, як було все пораховано, таблиця була також доповнена ще кількома стовпцями, а саме: стовпець Sокp, де було записано з точністю до десяткового дробу, і 2 стовпці з $\pm 50\%$, де один з них проміжний. В кінцевому підсумку таблиця виглядає так, як зображено на таблиці 1.

Таблиця 1 . Параметри 380 транзйєнтних сигналів

Time_from_start	RA	dec	DM	SN R	DM_c orr	SNR_c orr	T, x10 00 K	S, Jy	S(50%)	Sок p	Sокp(50 %)
41788,1	21,45	-8,78	3,91	6,01	3,914	8,1	41	32,44868568	16,22434	32,4	16,2
38707,4	8,24	-0,47	10,29	6,8	10,29	8,1	27	17,40176938	8,700885	17,4	8,7
17263,2	2,41	3,55	11,25	6,12	11,25	8,1	38	22,624982	11,31249	22,6	11,3
8603,46	10,08	4,67	11,36	6,54	11,362	8,1	23	13,42068025	6,71034	13,4	6,7

5351,04	23, 24	7,2 2	1,8 1	6,3 8	1,808	8,1	37	20,67954 945	10,339 77	20, 7	10,3
31343	6,4 6	7,7 4	4,6	6,1 4	4,6	8,1	50	27,71373 289	13,856 87	27, 7	13,9
22075,2	3,9 5	9,2 3	22, 23	6,5 7	22,23	8,1	33	17,87477 542	8,9373 88	17, 9	8,9
19588,5	16, 35	17, 03	27, 14	6,1 8	27,138	8,1	67	32,76058 804	16,380 29	32, 8	16,4
40578,3	22, 18	17, 5	4,9 5	6,2 4	4,954	8,1	43	20,91486 858	10,457 43	20, 9	10,5
4277,78	12, 1	18, 42	2,4 2	6,1 5	2,422	8,1	30	14,44586 404	7,2229 32	14, 4	7,2
12601,3	10, 19	18, 75	26, 21	6,3 3	26,208	8,1	27	12,95562 274	6,4778 11	13	6,5
33544,6	21, 02	58, 19	5,3 1	6,2	5,312	8,1	76	31,49789 511	15,748 95	31, 5	15,7
1056,39	7,7 1	67, 12	25, 94	6,1 4	25,94	8,1	39	16,74030 234	8,3701 51	16, 7	8,4
3095,01	8,2 8	67, 12	27, 29	6,0 3	27,284	8,1	33	14,16487 121	7,0824 36	14, 2	7,1
39803,5	18, 48	67, 94	3,9 3	6,1 4	3,928	8,1	43	18,54088 664	9,2704 43	18, 5	9,3
12979,5	12, 7	70, 34	9,8 3	6,0 2	9,838	8,1	31	13,56245 885	6,7812 29	13, 6	6,8
24266,6	15, 84	70, 76	13, 07	6,0 2	13,07	8,1	39	17,10940 076	8,5547	17, 1	8,6
14202,9	1,1 7	- 9,6 6	14, 98	6,0 3	14,978	8,2	30	24,66394 679	12,331 97	24, 7	12,3
36912,1	7,7 4	-1,7	7,9 6	6,6 8	7,952	8,2	35	23,45178 343	11,725 89	23, 5	11,7
35314,9	7,4 3	2,9 8	7,9 9	6,2 4	7,986	8,2	36	21,92938 768	10,964 69	21, 9	11
29863,3	6,1 1	9,2 3	17, 16	6,4	17,16	8,2	52	28,51404 505	14,257 02	28, 5	14,3
16193,2	2,3 1	10, 25	8,7 2	6,2 5	8,714	8,2	39	21,06552 62	10,532 76	21, 1	10,5
28270,3	15, 88	24, 85	10, 48	6,0 4	10,482	8,2	57	26,15025 029	13,075 13	26, 2	13,1
36931	4,9 5	28, 92	11, 15	6,0 8	11,148	8,2	55	24,47873 206	12,239 37	24, 5	12,2
29269,7	2,9 6	32, 99	5,8 7	6,2 3	5,874	8,2	45	19,54267 858	9,7713 39	19, 5	9,8
12447	0,6 8	- 9,6 6	20, 84	6,0 4	20,836	8,3	29	24,13256 907	12,066 28	24, 1	12,1
7141,25	23, 27	- 8,2 7	16, 98	6,2 2	16,982	8,3	31	24,77726 595	12,388 63	24, 8	12,4
1958,8	22, 16	1,2 4	12, 59	6,1 3	12,59	8,3	35	22,31773 863	11,158 87	22, 3	11,2
1458,2	22, 35	15, 55	14, 36	6,3 8	14,358	8,3	44	22,42888 476	11,214 44	22, 4	11,2

18861,9	23,67	22,24	21,64	6,28	21,64	8,3	42	19,95082799	9,975414	20	10
31975,4	3,84	35,31	20,2	6,14	20,202	8,3	52	22,59673569	11,29837	22,6	11,3
2077,48	11,14	52,73	15,77	6,07	15,762	8,3	27	11,36229044	5,681145	11,4	5,7
13486,5	0,97	-12,04	22,38	6,15	22,386	8,4	21	19,05420591	9,527103	19,1	9,5
2613	22,02	-6,12	12,68	6,23	12,678	8,4	37	28,2359096	14,11795	28,2	14,1
38513,7	20,54	10,31	15,98	6,45	15,98	8,4	63	34,82858608	17,41429	34,8	17,4
14619,6	11,48	66,71	26,86	6	26,858	8,4	32	14,21339538	7,106698	14,2	7,1
36881	17,67	66,71	12,4	6,13	12,414	8,4	42	18,65508144	9,327541	18,7	9,3
40955	18,67	-10,47	5,19	6,07	5,19	8,5	105	91,70617564	45,85309	91,7	45,9
9095,03	23,75	-10,44	17,07	6,29	17,07	8,5	33	28,79532853	14,39766	28,8	14,4
43036,4	9,18	-8,9	15,72	6,09	15,71	8,5	23	19,16810898	9,584054	19,2	9,6
42443,3	9,28	0,74	15,09	6,04	15,084	8,5	21	13,85171965	6,92586	13,9	6,9
17561,2	12,5	3,63	13,37	5,71	13,37	8,5	36	22,45970558	11,22985	22,5	11,2
383,286	21,79	4,03	4,68	6,01	4,682	8,5	44	27,25184023	13,62592	27,3	13,6
31352	6,46	6,68	21,62	6,28	21,62	8,5	45	26,62621351	13,31311	26,6	13,3
13838,6	1,59	8,79	4,36	6,42	4,36	8,5	36	20,59971728	10,29986	20,6	10,3
11282,9	0,95	9,74	14,65	6,38	14,654	8,5	37	20,87174926	10,43587	20,9	10,4
21702,1	3,84	9,74	22,28	6,14	22,278	8,5	33	18,61534394	9,307672	18,6	9,3
13528,2	1,71	15,08	13,15	6,03	13,15	8,5	39	20,47509393	10,23755	20,5	10,2
7127,07	23,93	16,02	14,87	6,07	14,87	8,5	36	18,68856069	9,34428	18,7	9,3
7101,88	12,89	16,57	14,66	6,03	14,66	8,5	50	25,790661	12,89533	25,8	12,9
2964,62	11,74	17,03	17,55	6,18	17,546	8,5	31	15,9064215	7,953211	15,9	8
21053,1	12,54	18,75	6,42	6,08	6,424	8,5	31	15,60954088	7,80477	15,6	7,8
27329,3	14,28	18,75	14,34	6,03	14,34	8,5	55	27,69434673	13,84717	27,7	13,8
6059,74	20,	22,	5,2	6,2	5,256	8,5	87	42,15339	21,076	42,	21,1

	12	68	5	2				745	7	2	
32910,9	15,48	26,04	12,04	6,09	12,04	8,5	49	23,08239329	11,5412	23,1	11,5
28436,9	2,6	29,34	5	6,15	4,998	8,5	46	21,16290878	10,58145	21,2	10,6
23552,5	13,01	31,02	10,9	6,26	10,902	8,5	30	13,65679539	6,828398	13,7	6,8
11930	22,27	35,31	3,53	6,18	3,528	8,5	50	22,25118783	11,12559	22,3	11,1
16888,1	23,72	37,72	21,44	6,31	21,44	8,5	43	18,94394355	9,471972	18,9	9,5
5912,29	8,14	42,35	7,53	5,89	7,528	8,5	32	13,89896291	6,949481	13,9	6,9
4862,94	11,78	48,92	10,12	6,84	10,128	8,5	29	12,48604625	6,243023	12,5	6,2
29234,4	18,55	49,71	5,33	6,61	5,332	8,5	50	21,52411731	10,76206	21,5	10,8
5761,27	12,23	55,42	6,27	6,77	6,278	8,5	30	12,97230343	6,486152	13	6,5
19641,1	17,15	57,8	11,56	6,44	11,56	8,5	37	16,07638406	8,038192	16,1	8
11658,6	10,66	67,12	3,86	6,19	3,858	8,5	31	13,96350006	6,98175	14	7
14005,1	11,31	67,94	7,69	6,09	7,68	8,5	31	14,02676896	7,013384	14	7
7498,11	21,34	68,23	12,72	6,12	12,724	8,5	61	27,64672036	13,82336	27,6	13,8
15209,2	23,48	69,06	25,4	6,11	25,4	8,5	77	35,06931692	17,53466	35,1	17,5
11955,2	12,42	70,34	10,99	6,3	11,004	8,5	34	15,60952054	7,80476	15,6	7,8
19317,5	14,46	70,34	13,31	6,01	13,304	8,5	34	15,60952054	7,80476	15,6	7,8
4891,32	9,52	72,43	15,76	6,08	15,76	8,5	33	15,36841144	7,684206	15,4	7,7
481,845	7,49	-6,85	13,28	6,13	13,28	8,6	35	27,8767921	13,9384	27,9	13,9
40887,4	8,71	-3,53	22,22	6,19	22,218	8,6	24	17,58573115	8,792866	17,6	8,8
23410,9	3,86	-2,24	23,85	6,06	23,85	8,6	30	21,3376753	10,66884	21,3	10,7
44778,1	10,06	2,41	17,65	6,02	17,644	8,6	24	15,4989707	7,749485	15,5	7,7
25366,1	4,99	14,6	8,1	6,25	8,1	8,6	52	27,78477918	13,89239	27,8	13,9
14233,8	14,87	17,03	19,92	6,39	19,926	8,6	59	30,62967085	15,31484	30,6	15,3
14735,5	15,01	17,5	13,41	6,12	13,404	8,6	59	30,46857398	15,23429	30,5	15,2
34700	3,9	19,	15,	6,0	15,07	8,6	39	19,68768	9,8438	19,	9,8

	4	63	07	4				249	41	7	
7050,09	20,65	29,34	17,88	6,98	17,87	8,6	82	38,16901092	19,08451	38,2	19,1
35172,2	4,47	29,75	7,39	6,21	7,384	8,6	55	25,53292562	12,76646	25,5	12,8
38798,2	17,41	46,23	16,73	6,14	16,742	8,6	41	17,89591807	8,947959	17,9	8,9
3401,58	22,17	-11,23	6,71	6,02	6,704	8,7	33	30,21015148	15,10508	30,2	15,1
9953,08	23,99	-10,44	24,26	6,06	24,26	8,7	30	26,79351425	13,39676	26,8	13,4
3790,48	22,34	-5,43	19,23	6,09	19,234	8,7	29	22,51899869	11,2595	22,5	11,3
22836,1	3,63	-5,43	9,97	6,5	9,968	8,7	29	22,51899869	11,2595	22,5	11,3
31276,1	6,18	0,74	27,01	6,02	27,008	8,7	39	26,32990743	13,16495	26,3	13,2
7683,57	0,15	16,42	12,16	6,11	12,162	8,7	37	19,56803488	9,784017	19,6	9,8
14761,6	15,01	16,57	11,26	6,38	11,258	8,7	74	39,06830012	19,53415	39,1	19,5
3484,62	11,88	18,42	14,87	6,24	14,87	8,7	29	14,99873044	7,499365	15	7,5
25579,5	13,79	20,55	17,57	6,17	17,568	8,7	45	22,7694029	11,3847	22,8	11,4
5930,13	12,27	55,42	5,8	5,51	5,584	8,7	30	13,2775341	6,638767	13,3	6,6
16095,5	23,73	68,65	23,02	6	23,02	8,7	71	33,01672246	16,50836	33	16,5
32498,7	18,13	70,76	24,23	6,36	24,22	8,7	42	19,79036099	9,89518	19,8	9,9
5625,42	9,72	74,14	17,83	6,12	17,83	8,7	32	15,45055018	7,725275	15,5	7,7
29903,1	18,15	-11,92	4,91	6,18	4,91	8,8	84	79,53256504	39,76628	79,5	39,8
4445,54	11,08	-8,78	1,89	6,23	1,89	8,8	25	21,49566651	10,74783	21,5	10,7
40240,2	18,47	-8,19	13,26	6,15	13,26	8,8	93	78,63213468	39,31607	78,6	39,3
44826,5	9,74	-5,43	18,95	6,28	18,958	8,8	22	17,27973899	8,639869	17,3	8,6
28466,7	14,41	41,16	2,82	6,57	2,82	8,8	33	14,88391538	7,441958	14,9	7,4
2037,73	8,72	72,43	12,79	6,24	12,79	8,8	32	15,42867972	7,71434	15,4	7,7
14986,7	14,	-	20,	6,3	20,284	9	29	28,08170	14,040	28,	14

	01	11,92	28	6				925	85	1	
26575,6	17,23	-11,92	15,13	6,33	15,13	9	56	54,22674889	27,11337	54,2	27,1
18909,1	12,55	-10,47	20,54	6,09	20,542	9	29	26,81827657	13,40914	26,8	13,4
41036	8,69	-8,27	18,34	6,08	18,346	9	23	19,9335175	9,966759	19,9	10
7480,46	23,37	-7,54	25,26	6,36	25,264	9	30	25,47735772	12,73868	25,5	12,7
12482,9	0,76	-7,54	11,66	6,07	11,662	9	29	24,62811246	12,31406	24,6	12,3
11955,8	0,61	-6,12	19,08	6,49	19,08	9	31	25,34690727	12,67345	25,3	12,7
8830,74	23,81	-3,53	4,64	6,03	4,642	9	34	26,07186886	13,03593	26,1	13
11081,5	10,7	3,63	14,62	5,73	14,628	9	24	15,85390982	7,926955	15,9	7,9
28198,2	18,75	16,57	19,01	6,42	19,008	9	112	61,1693795	30,58469	61,2	30,6
20684,2	16,66	17,5	4,43	6,1	4,43	9	75	40,53269105	20,26635	40,5	20,3
26896,7	14,16	18,75	11,46	6,04	11,46	9	55	29,32342595	14,66171	29,3	14,7
10232	21,14	19,63	2,54	6,04	2,54	9	56	29,58435293	14,79218	29,6	14,8
11703,4	21,62	20,01	13,31	6,75	13,308	9	42	22,10284978	11,05142	22,1	11,1
42126,5	6,13	22,68	14,95	6,1	14,95	9	58	29,75533938	14,87767	29,8	14,9
12832,4	22	23,12	20,89	6,07	20,888	9	49	25,03953765	12,51977	25	12,5
42173	6,15	23,12	5,9	5,56	5,904	9	55	28,10560348	14,0528	28,1	14,1
17007,3	23,31	23,93	8,82	6,13	8,82	9	39	19,78959812	9,894799	19,8	9,9
38618,3	17,07	25,18	15,36	6,52	15,362	9	54	27,11800913	13,559	27,1	13,6
6345,78	20,39	28,14	13,83	6,19	13,828	9	76	37,32448814	18,66224	37,3	18,7
42368,2	6,47	29,34	6,03	6,55	6,03	9	49	23,8691631	11,93458	23,9	11,9
32622	15,53	29,36	8,18	6,27	8,188	9	43	20,94365305	10,47183	20,9	10,5
11989,8	22,09	30,94	5,89	6,41	5,89	9	52	25,07630301	12,53815	25,1	12,5
14404,1	22,	30,	11,	6,5	11,09	9	43	20,73617	10,368	20,	10,4

	76	94	09					364	09	7	
24679,7	1,6 2	30, 94	9,2 4	6,2 2	9,24	9	42	20,25393 705	10,126 97	20, 3	10,1
55056,6	14, 21	31, 29	13, 12	6,3	13,124	9	35	16,84304 749	8,4215 24	16, 8	8,4
31173,3	3,6 9	36, 92	9,3 9	6,1 7	9,39	9	45	21,05728 571	10,528 64	21, 1	10,5
9059,17	20, 85	39, 22	15, 74	6,1 3	15,74	9	76	35,26302 463	17,631 51	35, 3	17,6
32221,2	3,2 9	40, 41	17, 8	6,1 6	17,79	9	64	29,58457 657	14,792 29	29, 6	14,8
1757,54	11, 05	53, 91	12, 18	6,5 1	12,176	9	27	12,33528 466	6,1676 42	12, 3	6,2
14722,8	15, 79	57, 4	13, 73	6,5 2	13,73	9	35	16,08695 056	8,0434 75	16, 1	8
1676,91	19, 72	68, 23	18, 17	6,0 1	18,172	9	48	23,03449 025	11,517 25	23	11,5
22849,4	3,8 3	- 0,4 7	26, 65	6,1 1	26,646	9,1	32	23,17053 152	11,585 27	23, 2	11,6
3364,98	22, 55	1,2 4	22, 74	6,3 2	22,738	9,1	35	24,46884 597	12,234 42	24, 5	12,2
1534,58	22, 44	16, 89	11, 42	6,2 2	11,418	9,1	47	25,85957 071	12,929 79	25, 9	12,9
34178,9	6,8 5	- 2,2 4	22, 52	6,0 2	22,526	9,2	44	33,47864 714	16,739 32	33, 5	16,7
17382,3	23, 46	28, 14	13, 99	6,2	13,988	9,2	41	20,58303 644	10,291 52	20, 6	10,3
5253,39	7,9 6	41, 96	5,2 4	6,0 5	5,238	9,2	35	16,46935 811	8,2346 79	16, 5	8,2
35750,9	7,2 2	- 8,2 7	10, 59	6,3 7	10,59	9,3	35	31,34473 404	15,672 37	31, 3	15,7
14977,5	2,1 1	14, 12	24, 01	6,3 2	24,01	9,3	44	25,57699 038	12,788 5	25, 6	12,8
41944,9	6,2 8	27, 3	6,5 8	6,0 2	6,574	9,3	55	28,07968 227	14,039 84	28, 1	14
9839,02	21, 07	39, 62	22, 77	6,5	22,76	9,3	72	34,47565 954	17,237 83	34, 5	17,2
412,241	18, 45	40, 01	11, 2	6,0 3	11,2	9,3	50	23,91217 018	11,956 09	23, 9	12
4639,61	8,5 8	- 8,9 4	11, 85	6,0 5	11,85	9,4	23	21,22223 926	10,611 12	21, 2	10,6
24677,7	17, 77	17, 5	2,5	6,0 3	2,498	9,4	70	39,51186 772	19,755 93	39, 5	19,8
42370,5	9,0 6	- 6,8 2	17, 96	6,6 4	17,958	9,5	21	18,46168 086	9,2308 4	18, 5	9,2
30437,9	6,1 4	6,2 2	12, 34	6,8 1	12,34	9,5	49	32,65218 661	16,326 09	32, 7	16,3
33486,1	7,0	7,7	16,	6,0	16,78	9,5	39	25,35293	12,676	25,	12,7

	5	4	78	6				342	47	4	
42455,9	9,6 1	10, 75	19, 17	7,2 1	19,17	9,5	23	14,28963 316	7,1448 17	14, 3	7,1
13507,9	14, 67	16, 57	17, 12	6,0 5	17,122	9,5	61	35,16632 482	17,583 16	35, 2	17,6
26311,5	18, 22	17, 96	10, 96	6,0 9	10,954	9,5	89	50,51421 288	25,257 11	50, 5	25,3
3667,7	7,7 1	18, 75	21, 82	6,2 1	21,822	9,5	39	21,94814 003	10,974 07	21, 9	11
31093,3	3,3 3	29, 75	17, 36	6,3 5	17,36	9,5	43	22,05116 304	11,025 58	22, 1	11
15071,2	23, 15	34, 91	6,0 8	6,0 7	6,086	9,5	45	22,42366 334	11,211 83	22, 4	11,2
37718,5	5,4 4	35, 31	16, 11	6,0 9	16,11	9,5	59	29,34539 007	14,672 7	29, 3	14,7
16907,7	13, 79	70, 76	26, 91	6,2	26,91	9,5	34	17,49394 253	8,7469 71	17, 5	8,7
33924,5	16, 72	- 8,9 4	7,8 5	6,4 2	7,85	9,6	46	43,34755 253	21,673 78	43, 3	21,7
42451,4	21, 64	- 8,7 8	26, 86	6,1	26,862	9,7	38	36,01501 217	18,007 51	36	18
21987,8	3,9 2	10, 25	7,9	6,0 5	7,902	9,7	36	23,00213 18	11,501 07	23	11,5
1731,82	18, 85	21, 36	9,6 3	6,2 9	9,63	9,7	64	35,82299 689	17,911 5	35, 8	17,9
11344	11, 31	72, 86	16, 94	6,3 2	16,94	9,7	31	16,52681 962	8,2634 1	16, 5	8,3
25660,9	4,3 5	- 12, 04	26, 52	6,1 1	26,518	9,8	26	27,52274 188	13,761 37	27, 5	13,8
36883,3	7,4 7	- 11, 23	25, 92	6,9 2	25,912	9,8	36	37,12344 634	18,561 72	37, 1	18,6
19992,3	2,9 1	- 4,8 5	26, 75	6,0 2	26,748	9,8	35	30,17271 653	15,086 36	30, 2	15,1
19799,6	3,1 8	6,2 2	11, 1	6,2 5	11,102	9,8	32	21,99726 256	10,998 63	22	11
27000,8	1,6 7	8,3 2	10, 11	6,7 5	10,108	9,8	36	23,92292 163	11,961 46	23, 9	12
11414,2	1,0 5	12, 25	14, 99	6,4 9	14,99	9,8	36	22,59713 716	11,298 57	22, 6	11,3
1407,65	8,4 2	24, 41	16, 74	6,1 1	16,75	9,8	31	17,05911 212	8,5295 56	17, 1	8,5
7134,13	9,4	67, 94	9,3 5	6,1 2	9,35	9,8	34	17,73707 559	8,8685 38	17, 7	8,9
12479,5	21, 83	20, 46	17, 88	6,0 5	18,88	9,9	42	24,20417 285	12,102 09	24, 2	12,1
8615,93	12, 24	- 10, 31	19, 54	6,1 2	19,54	10	30	30,67450 74	15,337 25	30, 7	15,3

27962,3	17,61	-10,31	13,34	6	13,342	10	69	70,55136703	35,27568	70,6	35,3
13139,3	10,95	-8,94	6,63	6,14	6,63	10	24	23,55845246	11,77923	23,6	11,8
45365	19,96	-7,57	23,83	6,14	23,828	10	51	48,16355048	24,08178	48,2	24,1
23207,6	3,74	-6,82	15,54	6,05	15,54	10	25	23,13493842	11,56747	23,1	11,6
37762,6	8,11	3,55	12,56	6,14	12,552	10	26	19,11142079	9,55571	19,1	9,6
3820,24	22,75	4,59	15,47	6,25	15,472	10	36	25,97038857	12,98519	26	13
14054,6	11,59	6,31	4,84	7,82	4,846	10	27	18,91052724	9,455264	18,9	9,5
22426	3,98	6,68	12	6,07	12,004	10	34	23,66774534	11,83387	23,7	11,8
43315,3	9,78	7,22	7,12	6,23	7,12	10	24	16,56019976	8,2801	16,6	8,3
6720,27	23,75	12,25	15,28	6,11	15,28	10	34	21,77728638	10,88864	21,8	10,9
14452,9	1,96	15,08	17,57	6,32	17,57	10	41	25,32364558	12,66182	25,3	12,7
29070,2	18,99	17,03	12,58	6,48	12,58	10	90	54,3293334	27,16467	54,3	27,2
9607,55	13,58	17,5	18,98	6,15	18,978	10	46	27,62227835	13,81114	27,6	13,8
6928,55	12,84	18,42	10,41	6,07	10,418	10	48	28,53504007	14,26752	28,5	14,3
8941,61	9,17	20,11	20,51	6,19	20,51	10	22	12,85116757	6,425584	12,9	6,4
31155,6	3,02	20,46	16,94	6,56	16,94	10	41	23,8665485	11,93327	23,9	11,9
28597,6	2,38	21,8	12,41	6,21	12,41	10	39	22,41145192	11,20573	22,4	11,2
33096,6	3,82	28,14	9,62	6,22	9,622	10	42	22,91854535	11,45927	22,9	11,5
28299,5	2,56	28,92	6,89	6,03	6,892	10	44	23,88168981	11,94084	23,9	11,9
3545,87	19,68	29,75	10,26	6,34	20,26	10	82	44,26426852	22,13213	44,3	22,1
33345,6	4,09	32,17	6,45	6,47	6,452	10	44	23,40780205	11,7039	23,4	11,7
19689,1	0,43	35,31	4,15	6,39	4,156	10	44	23,03652387	11,51826	23	11,5
4243,48	20,14	35,72	14,08	7,95	14,078	10	85	44,42018286	22,21009	44,4	22,2
43861,4	6,52	40,41	15,85	6,21	15,85	10	50	25,68105605	12,84053	25,7	12,8
10475,2	9,5	46,	13,	6,3	13,9	10	26	13,19047	6,5952	13,	6,6

	4	62	9	4				187	36	2	
16536	16,29	56,61	11,62	6,04	11,618	10	38	19,37362913	9,686815	19,4	9,7
3670,41	12,72	57,4	21,02	6,61	21,022	10	30	15,32090529	7,660453	15,3	7,7
34905,1	4,95	68,65	14,23	6,23	14,22	10	55	29,3980854	14,69904	29,4	14,7
20445,4	0,94	69,48	15,58	6,1	15,58	10	69	37,06634322	18,53317	37,1	18,5
38337	18,81	72,43	8,54	6,46	8,532	10	43	23,5594186	11,77971	23,6	11,8
9153,58	10,7	74,14	8,73	6,12	8,734	10	32	17,75925308	8,879627	17,8	8,9
20997	13,99	74,14	6,07	6,03	6,066	10	34	18,8692064	9,434603	18,9	9,4
44682,1	10,29	12,25	18,83	6,15	18,83	10,1	26	16,81975119	8,409876	16,8	8,4
18554,7	23,52	20,46	20,39	6,05	20,394	10,1	40	23,51728194	11,75864	23,5	11,8
32665,8	6,43	-2,88	17,64	6,28	17,64	10,2	43	36,807136	18,40357	36,8	18,4
16917	2,19	0,14	14,86	6,18	14,862	10,2	35	28,04594264	14,02297	28	14
7905,29	9,88	6,31	2,97	6,2	2,976	10,2	22	15,71674931	7,858375	15,7	7,9
61,1431	21,77	6,68	11,63	6,01	11,622	10,2	41	29,11132677	14,55566	29,1	14,6
20271,5	16,54	17,5	7,02	6	7,026	10,2	71	43,48707386	21,74354	43,5	21,7
22100,9	0,72	23,93	11,62	6,63	11,62	10,2	37	21,27804652	10,63902	21,3	10,6
2285,05	18,97	40,01	5,54	6,27	5,538	10,2	50	26,22625116	13,11313	26,2	13,1
27964,8	14,4	46,62	21,13	6,39	21,128	10,2	29	15,00669838	7,503349	15	7,5
258,895	10,5	48,92	1,59	6,01	1,59	10,2	24	12,39993559	6,199968	12,4	6,2
2158,77	11,16	53,51	11,95	6,16	11,952	10,2	28	14,4912052	7,245603	14,5	7,2
19237,5	14,44	70,34	15,02	6,37	15,016	10,2	33	18,1805004	9,09025	18,2	9,1
26686,2	4,64	-9,66	15,21	6,29	15,212	10,3	27	27,88229106	13,94115	27,9	13,9
39150,4	20,72	-8,78	5,52	6,21	5,526	10,3	41	41,26190895	20,63095	41,3	20,6
17969,6	15,62	55,42	28,2	6,08	28,196	10,3	35	18,33927603	9,169638	18,3	9,2
16003,7	15,07	55,82	10,75	6,31	10,75	10,3	33	17,3032004	8,6516	17,3	8,7
23705,3	3,8	-	24,	6,1	24,642	10,5	24	26,51674	13,258	26,	13,3

	1	11,23	64	1				738	37	5	
35344,2	7,04	-8,9	14,97	6,33	14,966	10,5	36	37,06161225	18,53081	37,1	18,5
17994,3	14,84	-8,78	14,99	6,21	14,984	10,5	33	33,85567476	16,92784	33,9	16,9
5440,83	23,33	11,25	10,67	6,05	10,67	10,5	42	28,63776806	14,31888	28,6	14,3
45117,7	10,35	11,25	12,72	6,11	12,718	10,5	24	16,36443889	8,182219	16,4	8,2
9133,69	0,55	16,89	20,53	7,13	20,528	10,5	35	22,21976206	11,10988	22,2	11,1
5567,9	12,46	17,96	27,13	6,15	27,132	10,5	33	20,70156684	10,35078	20,7	10,4
18469,5	11,82	20,55	25,9	6,05	25,9	10,5	30	18,32020923	9,160105	18,3	9,2
5362,34	7,83	26,47	27,91	6,05	27,906	10,5	35	20,29968786	10,14984	20,3	10,1
2638,66	19,69	34,91	24,48	6,27	24,48	10,5	74	40,75599162	20,378	40,8	20,4
4697,88	20,26	35,72	13,11	6	13,11	10,5	86	47,1899119	23,59496	47,2	23,6
32629,7	15,63	43,54	13,07	6,19	13,08	10,5	36	19,2658839	9,632942	19,3	9,6
3490,74	12,67	57,01	5,63	6,1	5,618	10,5	31	16,60888408	8,304442	16,6	8,3
788,442	7,64	67,94	18,27	6,07	12,278	10,5	42	23,47554122	11,73777	23,5	11,7
6599,05	21,09	69,48	15,61	6,02	15,606	10,5	56	31,58697074	15,79349	31,6	15,8
31134,3	16,81	72,86	13,09	6	13,088	10,5	36	20,77531698	10,38766	20,8	10,4
30953,4	2,97	20,01	8,7	6,23	8,702	10,6	43	26,65206066	13,32603	26,7	13,3
13174,8	12,76	70,76	12,73	6,29	12,724	10,8	33	19,30291368	9,651457	19,3	9,7
4888,68	22,71	-4,85	8,03	6,47	8,028	10,9	32	30,68292573	15,34146	30,7	15,3
37080,1	4,64	39,62	16,46	6,43	16,45	10,9	57	31,98884001	15,99442	32	16
7774,93	20,98	70,26	7,83	6,24	7,832	10,9	57	33,54044066	16,77022	33,5	16,8
17859,6	14,81	-11,92	18,29	6,42	18,29	11	34	40,23969064	20,11985	40,2	20,1
38259,8	17,92	-10,47	14,07	6,01	14,072	11	81	91,55204761	45,77602	91,6	45,8
33798,5	19,23	-10,31	11,76	6,3	11,756	11	88	98,97641055	49,48821	99	49,5

13423,8	0,9 5	- 9,6 6	9,6 6	6,3 5	9,664	11	30	33,08578 227	16,542 89	33, 1	16,5
33331	6,7 5	- 1,0 8	13, 5	6,0 3	13,5	11	43	38,13028 866	19,065 14	38, 1	19,1
38308	8,2 6	1,2 4	16, 96	6,0 7	16,962	11	27	22,81710 283	11,408 55	22, 8	11,4
29428,1	5,7 9	2,4 1	8,9 5	6,3 3	8,952	11	37	30,56240 831	15,281 2	30, 6	15,3
12280,4	1,3 6	15, 55	4,7 3	6,6 6	4,728	11	35	23,64490 863	11,822 45	23, 6	11,8
17774,3	15, 85	17, 5	16, 55	6	16,55	11	66	43,59516 104	21,797 58	43, 6	21,8
1601,89	19, 03	23, 49	5,6 6	6,7 4	5,662	11	77	47,93589 986	23,967 95	47, 9	24
8669,74	20, 99	23, 49	2,6 6	6,0 3	2,664	11	62	38,59773 755	19,298 87	38, 6	19,3
12556	11, 52	24, 85	11, 45	6,1	11,45	11	32	19,69381 28	9,8469 06	19, 7	9,8
7924,34	8,5 4	26, 47	25, 56	6,2 5	25,556	11	27	16,40546 203	8,2027 31	16, 4	8,2
1364,44	19, 01	27, 3	12, 07	6,5 9	12,07	11	75	45,28981 011	22,644 91	45, 3	22,6
35977,4	4,6 9	29, 75	9,6 1	6,2 9	9,61	11	53	31,47081 53	15,735 41	31, 5	15,7
37268,7	16, 95	33, 78	13, 81	6,1 1	13,806	11	45	26,10814 734	13,054 07	26, 1	13,1
13866,1	22, 19	39, 62	26, 79	6,4	26,78	11	58	32,84867 202	16,424 34	32, 8	16,4
31175,7	19, 09	49, 71	26, 4	6,0 1	26,404	11	53	29,52602 446	14,763 01	29, 5	14,8
427,033	11, 88	58, 93	5,6 3	6,0 6	5,632	11	30	16,91769 399	8,4588 47	16, 9	8,5
27790	16, 82	70, 76	10, 39	6,3 4	10,388	11	38	22,63921 975	11,319 61	22, 6	11,3
39518,6	19, 13	72, 86	17, 13	6,1 7	17,13	11	45	27,20577 223	13,602 89	27, 2	13,6
22491,6	14, 4	74, 14	8,5 4	6,8	8,534	11	32	19,53517 839	9,7675 89	19, 5	9,8
36515	17, 67	74, 5	21, 27	6,1 6	21,268	11	36	22,03957 09	11,019 79	22	11
31998,6	6,7	9,2 3	10, 48	6,2 5	10,484	11,1	44	32,66008 349	16,330 04	32, 7	16,3
20320,4	0,2 3	24, 79	14, 2	6,1 6	14,2	11,1	36	22,36796 305	11,183 98	22, 4	11,2
19193,9	0,3 6	36, 52	12, 84	6,1 6	12,84	11,1	44	25,43540 338	12,717 7	25, 4	12,7
45798,9	7,0 6	39, 22	11	6,0 9	11	11,1	45	25,75128 772	12,875 64	25, 8	12,9
14193,3	11, 24	- 10, 47	10	5,9 3	10	11,2	27	31,07221 01	15,536 11	31, 1	15,5

30767,6	5,8 4	- 6,8 2	7,4 5	6,5 1	7,448	11,2	33	34,20269 297	17,101 35	34, 2	17,1
37241,6	4,9 3	23, 93	7,9 5	6,2 6	7,95	11,2	47	29,67875 911	14,839 38	29, 7	14,8
12580,8	10, 06	43, 14	25, 54	6,5 6	25,54	11,2	22	12,56874 37	6,2843 72	12, 6	6,3
27107	4,8 9	- 2,8 8	11, 06	6,0 2	11,066	11,3	29	27,50045 25	13,750 23	27, 5	13,8
21924,6	0,7 9	29, 75	14, 5	6,4 1	14,504	11,3	42	25,61929 493	12,809 65	25, 6	12,8
19817,3	12, 01	41, 16	15, 35	5,5 1	15,35	11,3	29	16,79565 796	8,3978 29	16, 8	8,4
25713,4	4,3 7	- 11, 23	23, 26	6,2 4	23,26	11,4	27	32,38831 288	16,194 16	32, 4	16,2
4090,84	23, 02	11, 75	10, 04	6,0 9	10,042	11,5	42	31,14820 523	15,574 1	31, 1	15,6
1738,8	7,1 7	18, 75	11, 26	6,2 2	11,272	11,5	47	32,01881 157	16,009 41	32	16
14495,6	22, 46	21, 8	12, 33	6,0 9	12,33	11,5	45	29,73827 275	14,869 14	29, 7	14,9
14231,4	11, 98	24, 41	18, 72	6,6 1	18,72	11,5	31	20,01834 585	10,009 17	20	10
35730,3	4,7 5	32, 17	7,2 8	6,2 2	7,286	11,5	56	34,26051 028	17,130 26	34, 3	17,1
315,335	6,6 6	43, 14	21, 02	6,2 9	21,022	11,5	47	27,57064 11	13,785 32	27, 6	13,8
9916,98	10, 18	67, 12	2,6 5	6,0 2	2,654	11,5	32	19,50120 691	9,7506 03	19, 5	9,8
1468,37	7,8 3	67, 94	18, 9	6,1 2	18,9	11,5	38	23,26261 114	11,631 31	23, 3	11,6
5311,52	20, 73	68, 23	10, 51	6,0 8	10,51	11,5	57	34,95163 972	17,475 82	35	17,5
30973,8	16, 13	74, 5	13, 92	6,0 2	13,916	11,5	36	23,04136 958	11,520 68	23	11,5
26157,4	1,9 6	29, 34	27, 06	6,0 1	27,058	11,7	45	28,49685 798	14,248 43	28, 5	14,2
30297,7	18, 26	- 11, 92	14, 07	6,4 1	14,072	11,8	75	95,21958 882	47,609 79	95, 2	47,6
23810,1	4,5	11, 75	3,6 8	6,1 7	3,676	11,8	37	28,15591 388	14,077 96	28, 2	14,1
34678	4,4	31, 35	8,2 1	6,3 4	8,21	11,8	45	28,38251 518	14,191 26	28, 4	14,2
30765,3	15, 84	- 8,9 4	25, 73	6,1 4	25,73	12	36	42,40521 443	21,202 61	42, 4	21,2
21003,7	3,1 2	- 8,2 7	26, 73	6,0 3	26,744	12	25	28,88915 579	14,444 58	28, 9	14,4
2112,21	22, 27	4,0 3	16, 72	6,2	16,722	12	34	29,72928 026	14,864	29,	14,9

									64	7	
45632,7	20,3	4,2	18,87	6,19	18,866	12	56	48,81625854	24,40813	48,8	24,4
36656,1	7,93	7,22	15,49	6,23	15,484	12	29	24,01228966	12,00614	24	12
30786,6	19,47	16,57	22,89	5,7	22,89	12	104	75,73351748	37,86676	75,7	37,9
34406,7	20,47	16,57	19,53	6,04	19,536	12	64	46,60524153	23,30262	46,6	23,3
10867,2	21,39	21,36	21,06	6,32	21,056	12	59	40,85483537	20,42742	40,9	20,4
16960,2	23,14	21,8	13,03	6,17	13,022	12	40	27,58332544	13,79166	27,6	13,8
2613,48	19,16	22,24	12,65	6,11	12,65	12	78	53,56848823	26,78424	53,6	26,8
3947,89	19,68	23,49	9,37	6,21	9,368	12	94	63,83907325	31,91954	63,8	31,9
68,1416	18,6	24,79	26,45	6,11	26,452	12	75	50,37829515	25,18915	50,4	25,2
24738	13,21	26,89	14,53	6,43	14,532	12	38	25,10871478	12,55436	25,1	12,6
6331,61	20,39	28,14	26	6,19	26	12	76	49,76598418	24,88299	49,8	24,9
42322,1	6,72	35,31	7,24	6,16	7,24	12	48	30,15690398	15,07845	30,2	15,1
84,7599	6,53	42,35	4,81	6,08	4,81	12	46	28,20671885	14,10336	28,2	14,1
18270,2	15,64	54,3	8,81	6,31	8,808	12	35	21,33066291	10,66533	21,3	10,7
2544,77	12,4	56,61	17,1	6,33	17,1	12	28	17,13036681	8,565183	17,1	8,6
33133,5	4,03	70,68	7,26	6,1	7,26	12	62	40,27436774	20,13718	40,3	20,1
41687,3	21,43	10,31	1,54	6,21	1,54	12,1	47	37,42822544	18,71411	37,4	18,7
6284,92	20,38	27,3	12,48	6,01	12,48	12,1	77	51,14729221	25,57365	51,1	25,6
18543,1	0,41	69,48	12,58	6,04	12,578	12,1	71	46,15028328	23,07514	46,2	23,1
3473,66	10,81	-8,78	5,65	6,5	5,65	12,2	24	28,60877798	14,30439	28,6	14,3
23728,7	13,28	20,55	24,31	6,48	24,31	12,2	37	26,25315063	13,12658	26,3	13,1
20140,1	12,28	20,11	13,91	6,09	13,912	12,3	31	22,27340998	11,1367	22,3	11,1
10121,5	9,31	41,96	14,82	5,99	14,822	12,3	25	15,72772552	7,863863	15,7	7,9
20816,5	12,35	43,54	20,77	6,18	20,776	12,3	29	18,18026663	9,090133	18,2	9,1
4905,24	11,99	55,42	6,33	6,29	6,33	12,3	28	17,5202404	8,76012	17,5	8,8

20973,5	3,5 8	6,6 8	22, 64	6,4 7	22,64	12,5	32	27,84440 628	13,922 2	27, 8	13,9
29461,6	5,9 3	8,2 7	4,9 7	6,0 4	4,97	12,5	44	37,32381 78	18,661 91	37, 3	18,7
16273,4	11, 21	20, 11	14, 53	6,0 6	14,528	12,5	31	22,63557 925	11,317 79	22, 6	11,3
36717	4,5 7	20, 91	12, 39	6,0 6	12,388	12,5	45	32,59965 24	16,299 83	32, 6	16,3
18813,3	12, 65	67, 94	3,6 8	6,0 1	3,68	12,5	32	21,29300 791	10,646 5	21, 3	10,6
15192,4	23, 48	68, 23	15, 57	6,1 5	15,564	12,5	75	49,98804 308	24,994 02	50	25
18967,2	13, 42	74, 14	12, 82	6,1 7	12,818	12,5	33	22,89278 718	11,446 39	22, 9	11,4
28883	2,9 8	35, 72	5,6 5	6,0 1	5,644	12,9	44	29,66223 034	14,831 12	29, 7	14,8
42378,6	9	- 12, 04	11, 32	6,1	11,308	13	21	29,48865 201	14,744 33	29, 5	14,7
24653,1	4,2	- 3,5 3	19, 59	6,1 2	19,59	13	27	29,90596 723	14,952 98	29, 9	15
39676,8	21, 93	17, 5	10, 78	6,0 6	10,78	13	43	33,56707 303	16,783 54	33, 6	16,8
4511,98	7,9 4	18, 75	9,4 2	6,3 9	9,422	13	34	26,18374 6	13,091 87	26, 2	13,1
14410,9	14, 63	55, 82	10, 12	6,5 3	10,124	13	33	21,83899 079	10,919 5	21, 8	10,9
35824,7	4,5 8	28, 14	25, 7	6,0 2	25,7	13,1	47	33,59749 612	16,798 75	33, 6	16,8
28565,5	14, 44	42, 35	13, 09	6,0 1	13,094	13,1	32	21,42075 46	10,710 38	21, 4	10,7
9141,73	20, 91	21, 36	5,5 5	6,3 4	5,53	13,2	61	46,46371 955	23,231 86	46, 5	23,2
3539,8	22, 34	- 2,8 8	22, 23	6,0 6	22,232	13,3	30	33,48391 989	16,741 96	33, 5	16,7
40698,8	22, 22	16, 57	17, 58	6,0 2	17,588	13,3	45	36,31931 908	18,159 66	36, 3	18,2
41473,1	18, 82	- 10, 47	21, 8	6,1 5	21,798	13,5	104	144,2638 326	72,131 92	144 ,3	72,1
2575,91	8,0 8	- 6,1 5	17, 7	6,6 7	17,7	13,5	26	31,91293 423	15,956 47	31, 9	16
4647,5	23, 17	12, 25	12, 91	6,5 5	12,916	13,5	42	36,31682 758	18,158 41	36, 3	18,2
882,901	6,5 8	26, 47	6,8 2	6,0 6	6,82	13,5	50	37,28514 097	18,642 57	37, 3	18,6
11600,7	9,7 9	43, 54	9,4 2	6,7 4	9,422	13,5	23	15,82554 749	7,9127 74	15, 8	7,9
28022,1	5,1 4	- 3,5	4,7	6,1 8	4,7	13,7	31	36,18536 832	18,092 68	36, 2	18,1

		3									
30884,4	15,38	39,64	19,35	6,34	19,344	13,7	35	24,68641402	12,34321	24,7	12,3
18100,7	12,32	-8,94	11,02	6,16	11,02	13,8	30	40,63833049	20,31917	40,6	20,3
35087,6	7,23	0,14	5,88	6,23	5,88	13,8	38	41,19689726	20,59845	41,2	20,6
18925,8	2,48	-8,9	9,81	6,15	9,808	14	28	38,43426455	19,21713	38,4	19,2
6673,23	23,54	6,22	12,83	6,07	12,828	14	36	35,3527434	17,67637	35,4	17,7
41886,4	22,55	17,96	10,63	6,28	10,638	14	43	35,96635855	17,98318	36	18
8046,8	20,6	20,46	11,08	6,01	11,078	14	66	53,78705077	26,89353	53,8	26,9
26444,8	14,03	20,55	25,7	6,5	25,7	14	43	35,01195542	17,50598	35	17,5
24016,4	13,24	44,72	18,66	6,18	18,66	14	31	22,07330025	11,03665	22,1	11
35706,5	7,14	-12,04	20,84	6,23	20,832	14,5	35	54,81864797	27,40932	54,8	27,4
26966,4	1,92	23,12	11,07	6,05	11,074	14,5	41	33,75511368	16,87756	33,8	16,9
33453,1	3,63	39,62	7,03	6,15	7,03	14,6	48	36,08205227	18,04103	36,1	18
30445,5	15,88	66,71	8,76	6,18	8,748	14,8	38	29,7381457	14,86907	29,7	14,9
45445,1	10,11	0,74	22,92	6,42	22,924	15	22	25,6082212	12,80411	25,6	12,8
21499,7	0,4	21,8	15,87	6,08	15,866	15	36	31,03124113	15,51562	31	15,5
45469,6	9,85	-12,04	13,37	6,09	13,37	15,2	22	36,12089829	18,06045	36,1	18,1
37959,1	17,96	67,94	19,69	6,12	19,688	15,5	45	37,12968255	18,56484	37,1	18,6
23313,9	14,63	74,14	4,91	6,13	4,906	15,5	34	29,24726992	14,62363	29,2	14,6
3853,11	22,82	7,74	18,16	6,13	18,16	16	38	41,60481382	20,80241	41,6	20,8
10854,9	1,03	18,28	13,73	6,15	13,734	16	37	35,24626297	17,62313	35,2	17,6
36640,7	16,75	44,32	5,81	6,44	5,812	16	36	29,31506767	14,65753	29,3	14,7
9026,31	11,61	70,34	12,81	6,92	12,808	16	33	28,518432	14,25922	28,5	14,3
20667,8	3,49	6,68	8,17	6,14	8,168	16,5	32	36,75461629	18,37731	36,8	18,4
31144,9	3,08	22,24	15,33	6,79	15,33	16,5	41	38,71696826	19,35848	38,7	19,4
18336,9	23,	32,	23,	6,1	23,26	16,5	44	38,62287	19,311	38,	19,3

	92	17	27	8				339	44	6	
1962,94	22,36	10,25	13,95	6,51	13,958	16,7	61	67,10272526	33,55136	67,1	33,6
21060,3	12,71	41,97	11,35	6,25	11,354	17	29	25,21488666	12,60744	25,2	12,6
456,25	7,55	67,12	28,62	6,05	28,618	17	39	35,13396788	17,56698	35,1	17,6
44050,9	6,6	20,46	9,51	6,18	9,51	17,2	55	55,06769483	27,53385	55,1	27,5
42802,1	9,25	-2,24	12,37	6,05	12,372	18	22	32,75085046	16,37543	32,8	16,4
2052,84	11,48	16,57	5,45	6,06	5,448	18	31	33,8616208	16,93081	33,9	16,9
44948,3	10,17	5,68	17,38	6,05	17,394	18,5	24	31,42933622	15,71467	31,4	15,7
12597	21,93	22,24	17,61	6,15	17,61	18,5	49	51,88016515	25,94008	51,9	25,9
40417,1	8,58	-3,53	15,85	6,06	15,85	19	24	38,85219674	19,4261	38,9	19,4
29099,9	18,64	53,12	26,8	7,7	26,806	20,5	50	51,98750091	25,99375	52	26
13201,8	22,03	20,91	11	6,15	11	23,5	48	65,37316961	32,68658	65,4	32,7
28653,6	5,71	8,79	15,76	6,01	15,756	25	39	65,63635407	32,81818	65,6	32,8

Далі була розроблена програма відображення карти транзйєнтів (у другій екваторіальній системі координат) з можливістю інтерактивного вибору транзйєнта та відображення його основних характеристик (RA, dec, DM_corr, SNR_corr та S). Приклад вибору та карта наведена на рис.4.

Для подальшої обробки транзйєнтів потрібно було співставити та зафіксувати в базі даних імена та повні шляхи до файлів первинних даних. Приклад (табл. 2) наведено нижче.

Ця інформація дозволяє робити багатопараметричний аналіз прийнятих сигналів, та дозволяє створювати набір графіків та динамічних спектрів, які свідчать про факт детектування. Приклад показано на рис. 5.

Заключна частина роботи полягала в використанні отриманих значень густини потоку радіовипромінювання транзйєнтів. В попередніх роботах (рис. б, верхня панель) наведено гістограму розподілу транзйєнтних сигналів, по галактичній широті (*b*). Порівнюючи її з такою ж для відомих пульсарів з

мірою дисперсії менше 30 пк см^{-3} та періодом більше 0.1 секунди (нижня панель), помітні як схожість, так і відмінність у вигляді цих гістограм. Гістограма розподілу транзйентів не має максимуму на нульових b , який повинен бути.

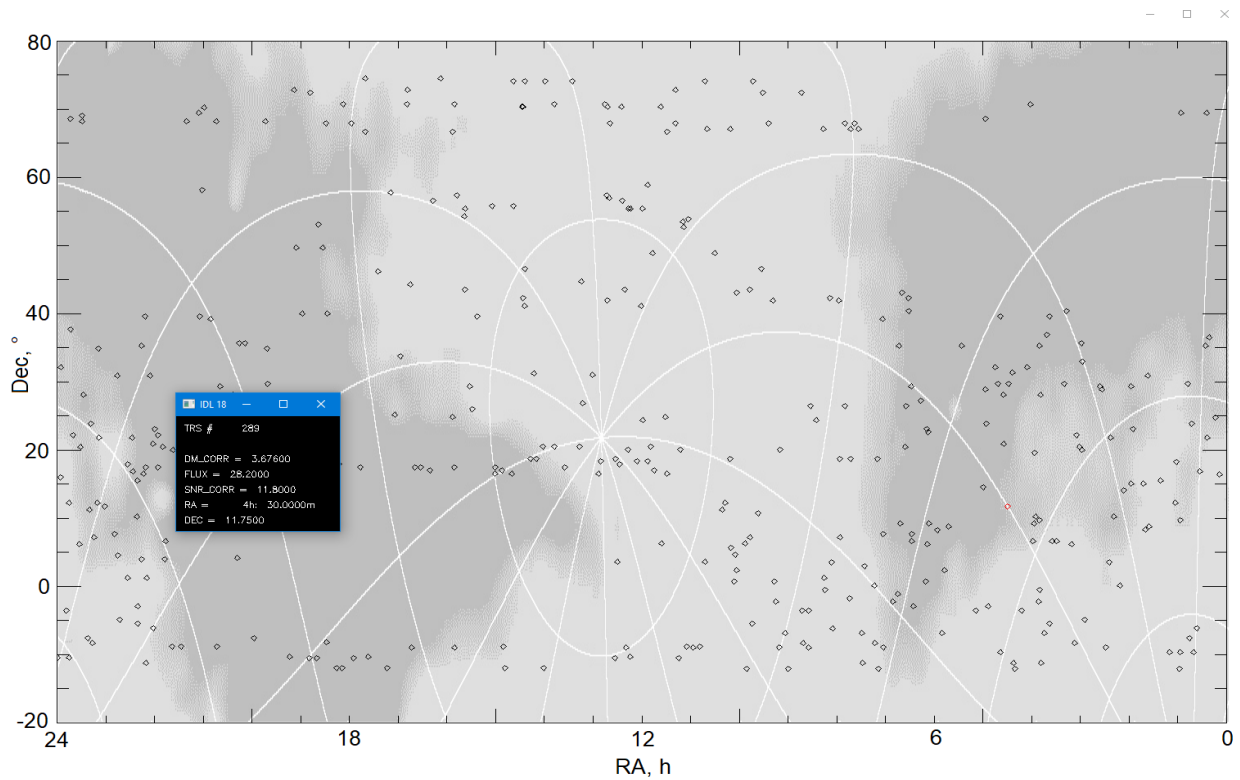


Рис.4.Карта транзйентів та приклад відображення характеристик одного з них в інтерактивному режимі

Таблиця 2. Фрагмент бази даних спостережень з повними шляхами та назвами файлів первинних даних.

V614/Nov2011, Beam A, f:\Primary_Data\V614_Nov2011\A\

Event	Time from start	RA	dec	DM_corr	SNR_corr	
8 14	4090.84	23.018414	11.751002	10,042	11,5	8 14\A121111_170047.jds
46 12	23810.1	4.4959976	11.751002	3,676	11,8	46 12\A121111_223030.jds
50 9	25790.3	5.0460560	11.751002	21,512	8	50 9\A121111_230512.jds

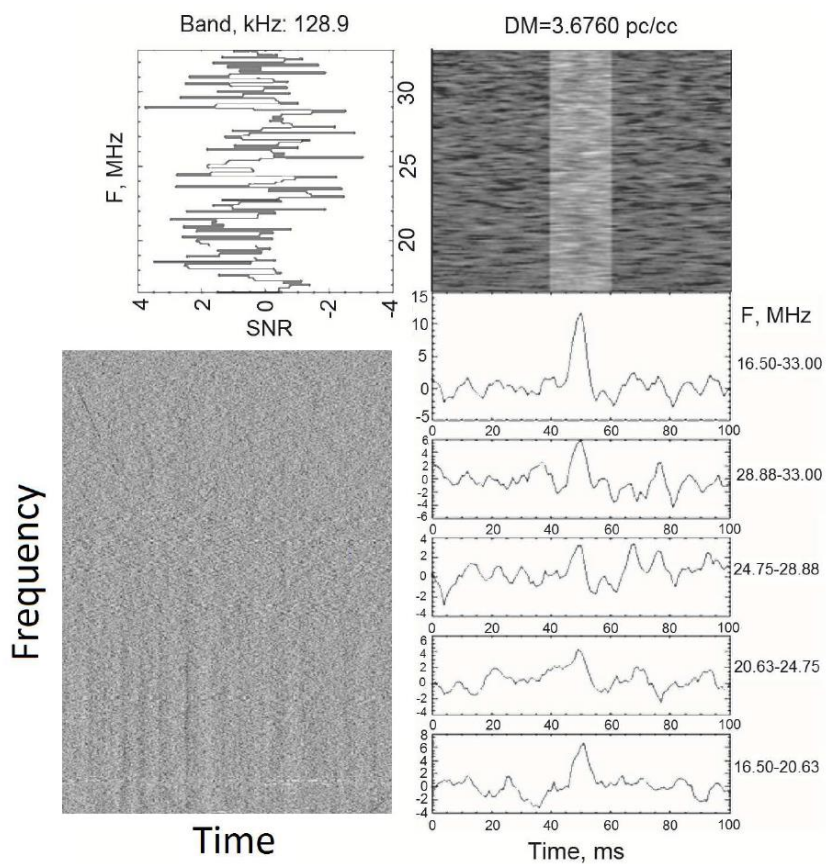


Рис. 5. Приклад набору графічної інформації, яка свідчать про факт детектування сигналу з прямим піднесенням 4.495 години, схиленням 11.75° та мірою дисперсії $3,676 \text{ пк см}^{-3}$.

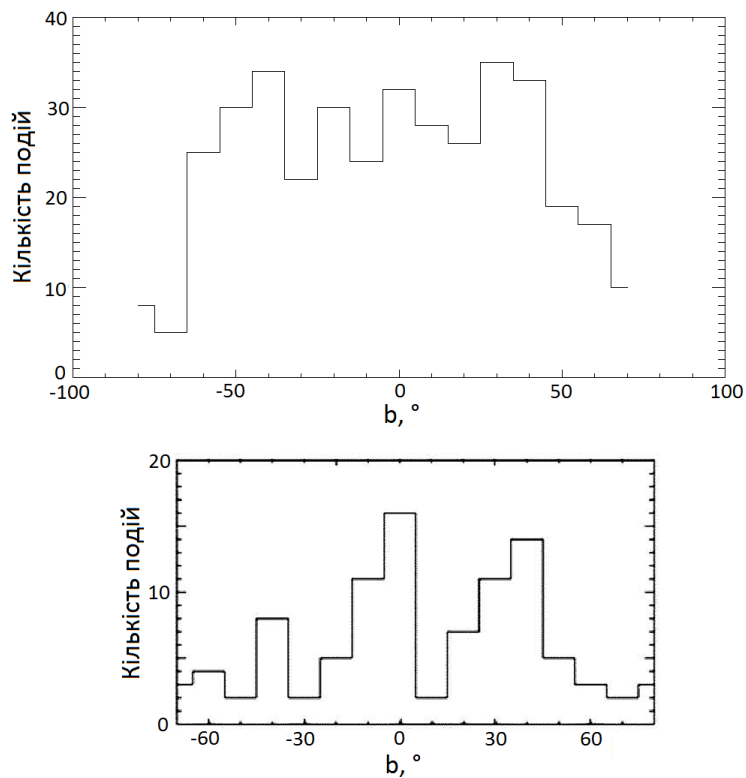


Рис. 6. Гістограми розподілу по галактичній широті транзйентних сигналів, що протектовано в Огляді (верхня панель) та відомих пульсарів з мірою дисперсії менше 30 пк см^{-3} та періодом більше 0.1 секунди (нижня панель).

Але, використання даних, отриманих в даній роботі, про густину потоку при побудові гістограми дозволяє усунути цю особливість. Сумарна густина потоку зафіксованих транзйентних сигналів в інтервалах по 10° по галактичній широті (рис.7). показує очікуваний максимум. Це стає зрозумілим, коли взяти до уваги яскравісну карту Галактики (див. рис. 3) – нульовим b відповідає максимальна температура, яка в декілька разів перевищує середню і заважає детектуванню слабких сигналів.

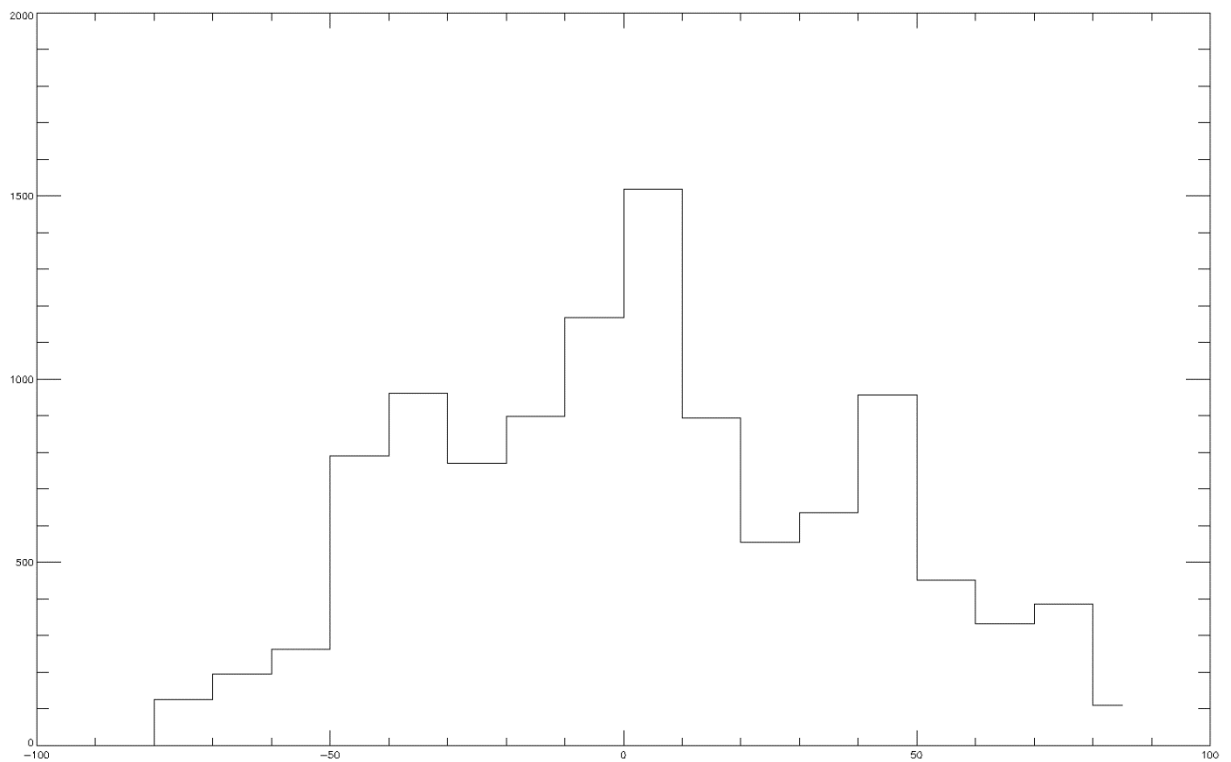


Рис. 7. Просуммовані значення густин потоків транзйентних сигналів в інтервалах шириною 10° по галактичній широті в діапазоні $-90^\circ \div 90^\circ$ Найбільший пік гістограми відповідає нульовим значенням галактичної широти.

3.ВИСНОВКИ

В ході роботи отримано значення густини потоків радіовипромінювання транзйентних сигналів. Розроблено фрагмент програми візуалізації даних на IDL (Interactive Data Language). В базу даних введено інформацію про первинні файли даних для подальшої обробки та можливостей аналізу. Розраховані дані про густини потоків дали змогу побудувати гістограму розподілу транзйентів, яка візуально подібна до розподілу пульсарів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захаренко В. В. Спорадическое излучение радиоастрономических источников и его исследование в декаметровом диапазоне. Радиофизика и радиоастрономия. 2011. Т. 16, № 2. С. 121–134.
2. Zakharenko V. V., Kravtsov I. P., Vasylieva I. Y., Mykhailova S. S., Ulyanov O. M., Shevtsova A. I., Skoryk A. O., Zarka P., and Konovalenko O. O. Decameter pulsars and transients survey of the northern sky. Status, first results, multiparametric pipeline for candidate selection. Odessa Astronomical publications. 2015. Vol. 28, Is. 2. P. 252–255. DOI: 10.18524/1810-4215.2015.28.71047
3. Захаренко В. В., Кравцов И. П., Васильева Я. Ю. Декаметровый обзор северного неба с целью поиска пульсаров и источников транзиентного излучения. Параметры индивидуальных импульсов. Радиофизика и радиоастрономия. 2017. Т. 22, № 1. С. 31–44. DOI: 10.15407/rpra22.01.031
4. Vasylieva I. Y., Zakharenko V. V., Zarka P., Ulyanov O. M., Shevtsova A. I., and Seredkina A. A. Data processing pipeline for decameter pulsar/transient survey. Odessa Astronomical publications. 2013. Vol. 26, Is. 2. P. 159–161.
5. Vasylieva I. Y., Zakharenko V. V., Konovalenko A. A., Zarka P., Ulyanov O. M., Shevtsova A. I., and Skoryk A. O. Decameter Pulsar/Transient Survey of Northern Sky. First results. Радиофизика и радиоастрономия. 2014. Т. 19, № 3. С. 197–205. DOI: 10.15407/rpra19.03.197
6. Vasylieva I. Y. (2015). Pulsars and transients survey, and exoplanet search at low-frequencies with the UTR-2 radio telescope: methods and first results. Phd Thesis ed. Observatoire de Paris. URL: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01246634>
7. Kravtsov I. P., Zakharenko V. V., Vasylieva I. Y., Mykhailova S. S., Ulyanov O. M., Shevtsova A. I., and Skoryk A. O. Parameters of the transient signals detected in the decameter survey of the Northern sky. Odessa Astronomical publications. 2016. Vol. 29. P. 179–183. DOI: 10.18524/1810-4215.2016.29.85210

8. Petroff E., Keane E. F., Barr E. D., Reynolds J. E., Sarkissian J., Edwards P. G., Stevens J., Brem C., Jameson A., Burke-Spolaor S., Johnston S., Bhat N. D. R., Chandra P.,

9. Zakharenko V. V., Vasylieva I. Y., Konovalenko A. A., Ulyanov O. M., Serylak M., Zarka P., Griessmeier J.-M., Cognard I., and Nikolaenko V. S. Detection of decametre-wavelength pulsed radio emission of 40 known pulsars. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2013. Vol. 431, Is. 4. P. 3624–3641. DOI: 10.1093/mnras/stt470

10. Cordes J. M. and McLaughlin M. A. Searches for fast radio transients. *Astrophys. J.* 2003. Vol. 596, Is. 2. P. 1142–1154. DOI: 10.1086/378231

11. Maan Yogesh. Discovery of Low DM Fast Radio Transients: Geminga Pulsar Caught in the Act. *Astrophys. J.* 2015. Vol. 815, Is. 2. id. 126. DOI: 10.1088/0004-637X/815/2/126

12. Keane E. F., Bhattacharyya B., Kramer M., Stappers B. W., Bates S. D., Burgay M., Chatterjee S., Champion D. J., Eatough R. P., Hessels J. W. T., Janssen G., Lee K. J., van Leeuwen J., Margueron J., Oertel M., Possenti A., Ransom S., Theureau G., and Torne P. A Cosmic Census of Radio Pulsars with the SKA. Proceedings of the Conference “Advancing Astrophysics with the Square Kilometre Array (AASKA14)” (June 9-13, 2014. Giardini Naxos). Giardini Naxos, Italy, 2014. id. PoS (AASKA14)040.

13. Manchester R. N., Hobbs G. B., Teoh A., and Hobbs M. The Australia Telescope National Facility Pulsar Catalogue. *Astron. J.* 2005. Vol. 129, Is. 4. P. 1993–2006. DOI: 10.1086/428488

14. Cordes J. M. Observational limits on the location of pulsar emission regions. *Astrophys. J. Part 1.* 1978. Vol. 222. P. 1006–1011. DOI: 10.1086/156218

15. Keane E. F. and Kramer M. On the birthrates of Galactic neutron stars. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2008. Vol. 391, Is. 4. P. 2009–2016. DOI: 10.1111/j.1365-2966.2008.14045.x

16. Malofeev V. M., Malov O. I., and Teplykh D. A. Radio emission from AXP and XDINS. *Astrophys. Space Sci.* 2007. Vol. 308, Is. 1–4. P. 211–216. DOI 10.1007/s10509-007-9341-y