

Лимитированные списки солнцеподобных звезд-кандидатов SETI для мониторинга на больших телескопах.

Л.Н.Филиппова

Семинар НКЦ SETI

31 января 2014

Лимитированные списки солнцеподобных звезд-кандидатов SETI

В смысл термина «лимитированные» списки звезд вводится 2 основных ограничения (лимита):

- 1) количество звезд от 1 до 7,
- 2) ограничение по расстоянию до 100 св. лет ~ 31 парсек.

Для выбора звезд, включая звезды с открытыми экзопланетами, использовались критерии, разработанные специалистами для программ SETI и METI с дополнительными ограничениями.

Критерии выбора звезд

- Звезды спектральных классов от F8V до K0V, допускающие по светимости наличие «пояса жизни». Предпочтение отдавалось одиночным звездам.
- Возраст звезды в интервале от 4 млрд. лет до 7 млрд. лет.
Звезды F8V «живут» на главной последовательности до 7 млрд. лет, звезды G2V (Солнце) 10 млрд.лет, звезды K0V 21 млрд.лет .
- Возраст и металличность звезды должны быть достаточными для формирования планет в «поясе жизни» и для достижения зародившейся жизни на планете уровня технологической ВЦ.
Возраст звезды является одним из самых ненадежно определяемых звездных параметров. Поэтому оценки возраста звезды из научных источников выбирались близкие к критериям.
- Исключались звезды с лучевыми скоростями > 50 км/сек.
- Среди звезд с экзопланетами выделялись системы с эксцентриситетами орбит, не превышающими 0.2 (по минимальной оценке).
- Также в рассмотрение были включены звезды, близкие к выделенным областям и направлениям – эклиптике, полюсам эклиптики, точкам равноденствий, точкам летнего и зимнего солнцестояний, центру и антицентру Галактики, полюсам Галактики, полюсам Мира, апексу Солнца.

Основными источниками для уточнения данных о звездах и экзопланетах были:

1) астрономическая база SIMBAD, каталоги 2), 3) и Энциклопедия экзопланет 4).

Списки звезд для SETI:

Top 25 Habstars within 25 Parsecs. (Turnbull M.C., Tarter J.C., 2003, ApJS, 149, 423).

100 звезд и ВЦ. Где они? (Миронов+, 2007) (Таблица 3: Звезды, отобранные в качестве кандидатов для SETI. Список «91 М»).

Дополнительно информация просматривалась на сайте «Планетные системы» и в Википедии.



- 1) <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>
- 2) Spectroscopic properties of cool stars. I. (Valenti+, 2005)
- 3) Geneva-Copenhagen Survey of Solar neighbourhood (Holmberg+, 2007)
- 4) The Extrasolar Planets Encyclopaedia. Update : Jan. 31, 2014 (1075 planets)

По ссылкам (см. «Литература и ссылки» на эти и др. источники) можно уточнить интересующие данные, которые не включены в таблицы о звездах и планетных системах, представленных в лимитированных списках.

В итоге, лимитированные списки солнцепобных звезд-кандидатов SETI определились по следующим категориям («номинациям»):

7 звезд – адресатов первых межзвездных радиопосланий с Земли.

5 звезд с экзопланетами за пределами «зон жизни», в которых есть вероятность существования населенных планет.

7 близэклиптикальных звезд для мониторинга в периоды противостояния звезды Солнцу.

2 солнцеподобные звезды с экзопланетами в зонах жизни. У массивных планет возможны населенные спутники.

7 солнцеподобных звезд, существование планет у которых неизвестно.

2 звезды с белым карликом DC и с объектом «неизвестной природы» в их окружении до 5 arcsec.

7 звезд - адресатов первых межзвездных радиопосланий с Земли

На стр. МЕТІ в Википедии приводится список космических адресатов (16 звезд и М13), к которым отправлены первые межзвездные радиопослания, их названия, даты отправки и др. информация.

Для лимитированного списка были отобраны 7 солнцеподобных звезд-адресатов. Радиопослания к этим звездам были отправлены из Национального центра управления и испытаний космических средств (НЦУИКС) Украины вблизи Евпатории, на волне 6 см с помощью передатчика ЕРР-70. Руководил отправкой радиопосланий д.ф.-м.н. Зайцев А.Л.

Радиопослания с Земли усилили статус этих звезд как кандидатов SETI.



7 Звезд – адресатов первых межзвездных радиопосланий с Земли

N	Name	Name HD	SP	Dist pc	Mass solMass	Age ²⁾ Gyr	Age ³⁾ Gyr	Age ⁴⁾ Gyr	[M/H] [Sun]	vsini km/s	Constellation
1	55 Cnc, 5 pl	HD 75732	G8V	12.5	0.920	4.4	4.4	7.7	0.25	2.5	Cancer
2	47 UMa, 3 pl	HD 95128	G1V	14.1	1.293	5.0	6.6	5.5	0.02	2.8	Ursa Major
3		HD 126053	G1V	17.2	1.149	5.3			-0.29	1.1	Virgo
4	37 Gem	HD 50692	G0V	17.3	0.980	5.7	5.5		-0.13	2.7	Gemini
5		HD 193664	G3V	17.6	1.130	4.7			-0.11	1.3	Draco
6		HD 197076	G5V	21.0	1.030	5.2			-0.09	1.7	Delphinus
	16 Cyg B, 1 pl	HD 186427	G3V	21.4	1.100	6.5	8.1	6.2	0.02	2.2	Cygnus
7	16 Cyg A	HD 186408	G2V	21.6	1.250	5.8			0.08	2.8	Cygnus

Оценки возраста звезды из источников 2),3), 4), выбраны наиболее близкие к критериям.

HD 126053: есть оценка Age 5.49 Gyr, ссылка 5)

16 Cyg A звезда-адресат 24 мая 1999 г. На расстоянии 843 а.е. от 16 GygA звезда 16 Cyg B с планетой.

Краткая дополнительная информация о некоторых звездах списка

55 Рака. Открыты 5 планет. У всех орбиты с малыми эксцентриситетами. Четвертая планета f с массой $M_{\text{sin } i} = 0.144 M_J$ находится вблизи «зоны жизни» и гипотетически может иметь населенный спутник. Радиопослание «Cosmic Call 2» отправлено 6 июля 2003 года.

47 Большой Медведицы. Открыты 3 массивные экзопланеты на круговых орбитах за пределами «зоны жизни», в которой может существовать обитаемая планета. К звезде отправлены 2 радиопослания – 3 сентября 2001 года от детей с Земли «Здравствуй, Галактика!» и 6 июля 2003 года «Cosmic Call 2».



Звезда 37 Близнецов - адресат отправки 3 сентября 2001 года радиопослания «Здравствуй, Галактика!». Ранее наблюдалась на больших радиотелескопах. Сотрудник АКЦ ФИАН А. Чуприков после обработки экспериментальных РСДБ-наблюдений 1998 года на 18 см выявил очень слабый сигнал, оцененный им в 15-20 миллиански. Этот результат требует подтверждения в новых мониторингах звезды.

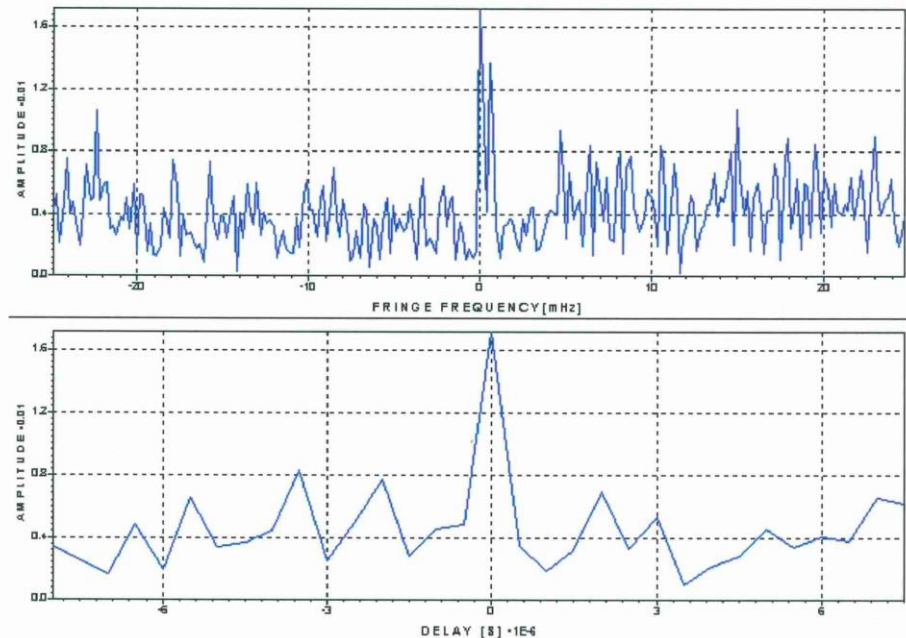
2.1 Обнаружение корреляции для SETI-источника 37 Gem

Звезда 37 Gem была включена в программу эксперимента "INTAS98.5" по просьбе сотрудника НКЦ SETI Л.Н. Филипповой. Таблица 3 содержит некоторые параметры этого объекта.

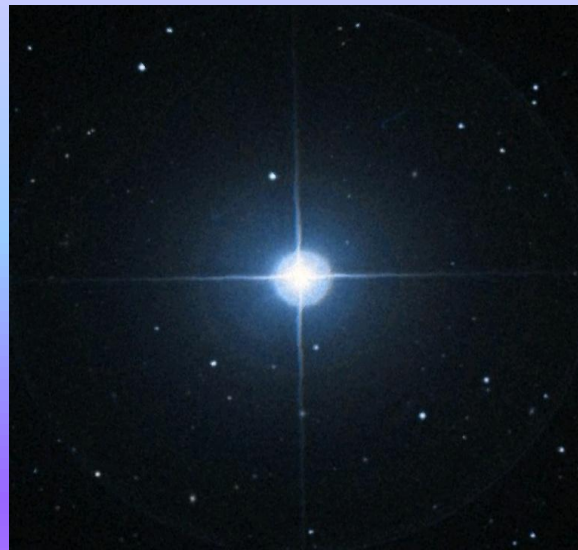
Таблица 3. Параметры звезды 37 Gem

Спектральный класс	G0V
Светимость [L_{Sun}]	1.26
Возраст [млрд. лет]	5 - 5.5
Видимая звездная величина	5 ^m .75
Расстояние [пк]	17.3
Лучевая скорость [км/с]	-11,3

В ходе эксперимента объект наблюдался всеми шестью антеннами. Наиболее интересными оказались наблюдения на базе "NRAO-140 - Аресибо", так как эти антенны, будучи хорошо отлажены, обеспечивают лучшее отношение сигнала к шуму, а длина базы не слишком велика (2500 км).

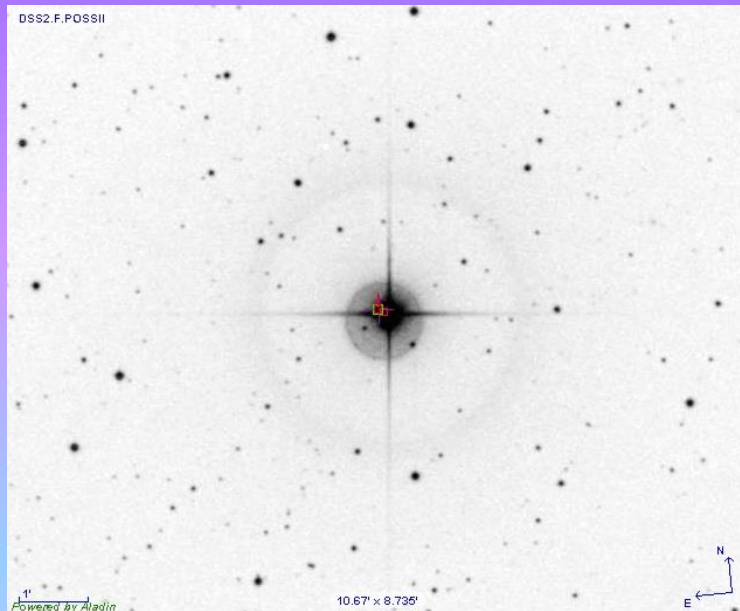


Корреляция для источника 37 Gem, полученная на базе "NRAO-140 - Аресибо". 2 декабря 1998 06:30 UT

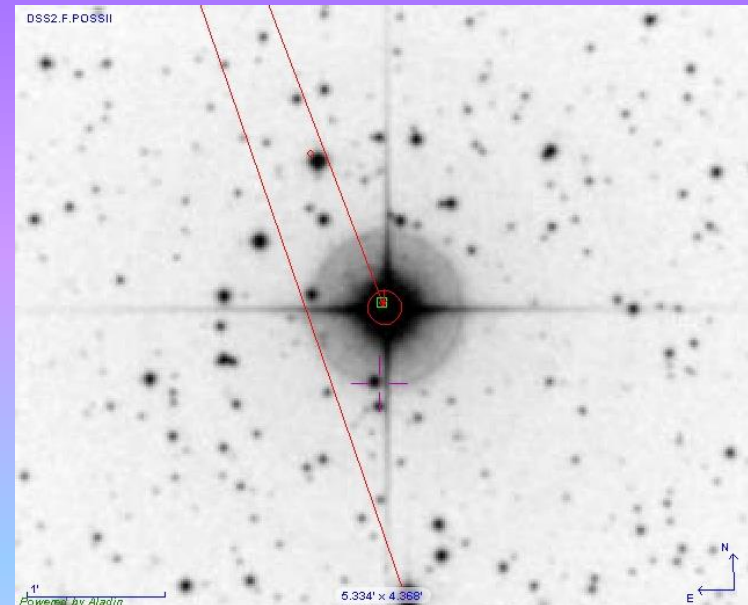


**47 Uma (HD95128):
G1V, 14.1 pc, 3 planets**

**Следует обратить внимание
на угловую близость слабых
источников ИК-излучения к
звездам-адресатам.**



**HD 193664 Dra: G3V, 17.6 pc;
IRAS 20170+6641 (5.57 asec)**



**197076 Del: G5V, 21 pc;
IRAS 20385+1945 (2.29 asec)**

5 звезд с экзопланетами за пределами «зон жизни», в которых есть вероятность существования населенных планет

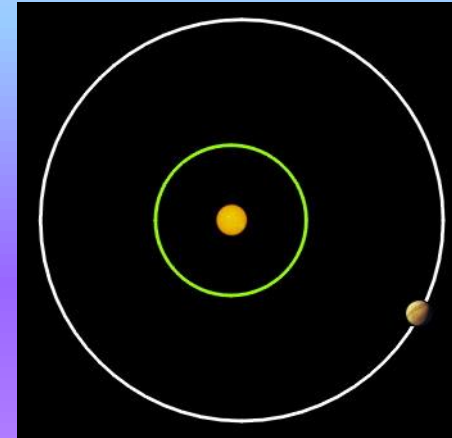
N	Name HD	SP	Dist pc	Mass solMass	Age ²⁾ Gyr	Age ³⁾ Gyr	Age ⁴⁾ Gyr	[M/H] [Sun]	vsini km/s	Constel- lation
1	HD 7924, 1 pl	K0V	16.8	0.800	6.7			-0.12	1.3	Cassiopeia
2	HD 189567*, 1 pl	G2V	17.7	1.084	5.9			-0.18	1.2	Pavo
3	HD 164922, 1 pl	K0V	21.9	1.050	3.1-8.3			0.17	1.8	Hercules
4	HD 16417, 1 pl	G1V	25.5	1.380	5.2	7.2	4.3	0.07	2.1	Fornax
5	HD 70642, 1 pl	G5 IV-V	28.8	0.985	4.5	6.3	3.9	0.16	0.3	Puppis

Оценки возраста звезд из источников (см. в списке ссылок), отмеченные 2), 3), 4), 5), здесь и в других таблицах, приведены наиболее близкие к критериям

* HD 189567: есть оценка Age 4.1 Gyr, ссылка 5)

5 звезд с экзопланетами за пределами «зон жизни», в которых есть вероятность существования населенных планет (продолжение)

Planet	Mass (MJup)	Period (day)	a (AU)	e
HD 7924 b	0.03	5.4	0.06	0.17 (+_0.16)
HD 189567 b	0.03	14.3	0.11	0.23 (+_0.14)
HD 164922 b	0.36	1155	2.11	0,05
HD 16417 b	0.07	17.2	0.14	0.2
HD 70642 b	2	2231	3.3	0.1

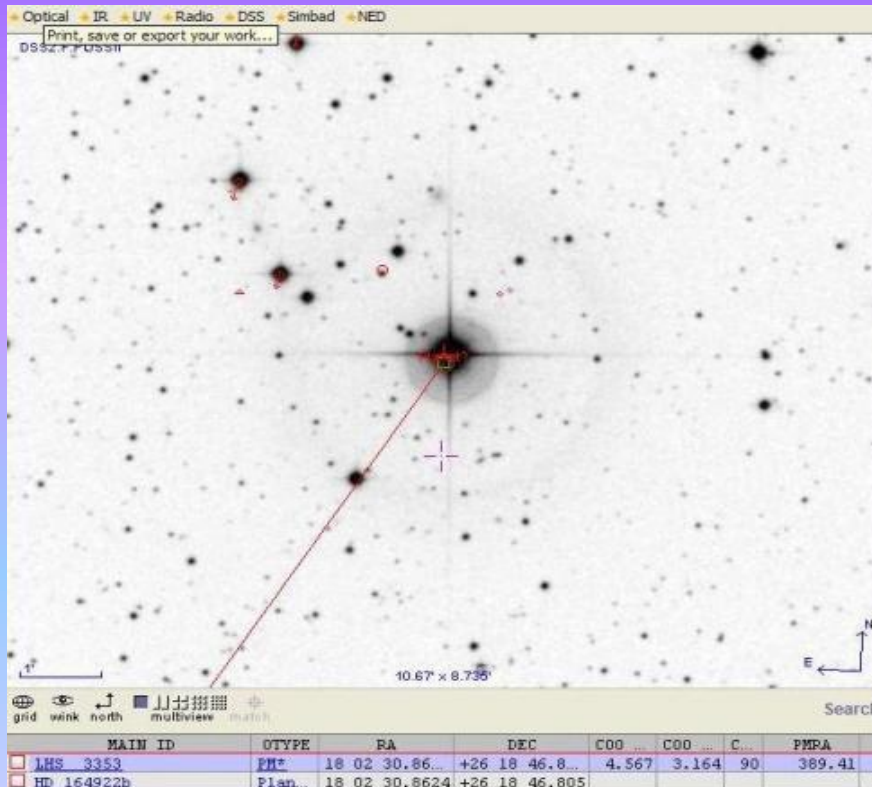


Планетная система звезды HD 164922 в Геркулесе

Радиус эффективной земной орбиты для HD 164922 = 0.79 а.е.

Картинка с сайта «Планетные системы»

Слева фото HD 164922 в Геркулесе с отметкой планеты HD 164922 b



7 близэклиптикальных звезд для мониторинга в периоды противостояния Солнцу

Если близкие ВЦ передают позывные остронаправленными пучками как в оптическом, так и в радиодиапазоне, то шансы обнаружить сигналы возрастают с приближением их источника к эклиптике и в даты мониторинга, охватывающие противостояние звезды (с источником) Солнцу.

(Филиппова, Стрельницкий, 1988)

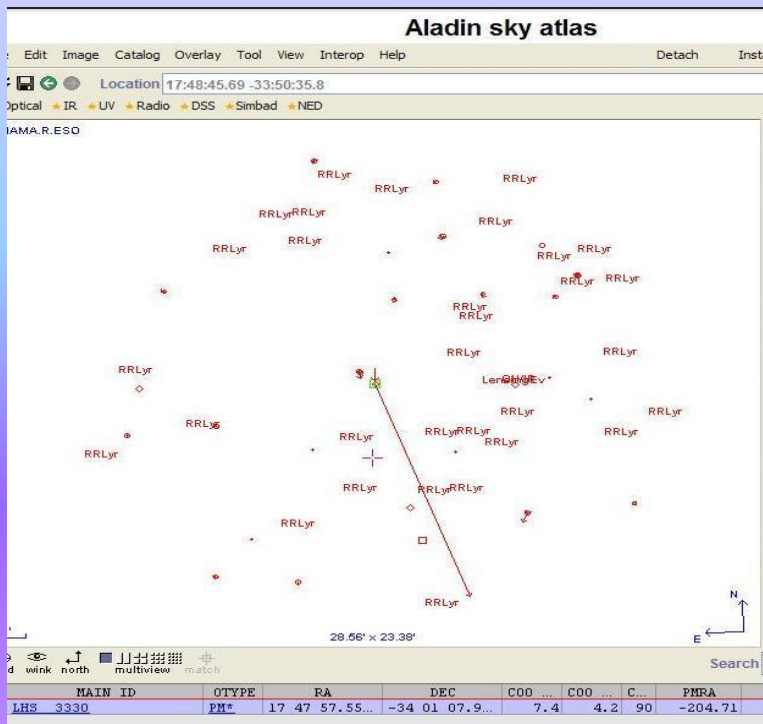


Художник Виталий Лукьянец изобразил идею SETI вблизи эклиптики.
Фрагмент картины

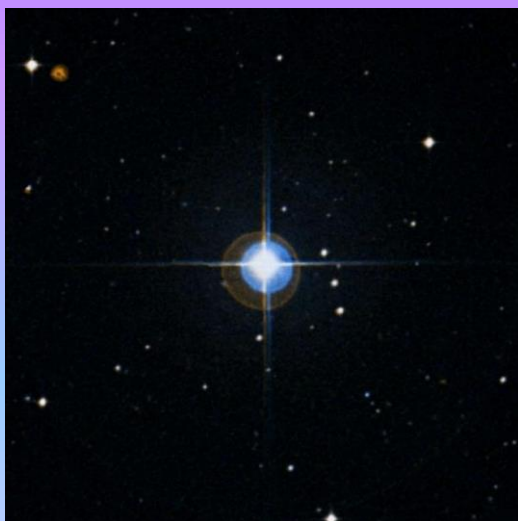
7 близэклиптикальных звезд для мониторинга в периоды противостояния Солнцу

N	Name	Name HD	SP	Dist pc	Mass solMass	Age ²⁾ Gyr	Age ³⁾ Gyr	Age ⁴⁾ Gyr	[M/H] [Sun]	vsini km/s	Constel- lation
1		HD 196761	G8V	14.7	0.900	3.1			-0.25	1.2	Capricornus
2	83 Leo	HD 99491	G0 IV	17.7	1.150	5.5			0.24	1.4	Leo
3	83 Leo B, 2 pl	HD 99492	K2V	18.0	1.240	8.6		4	0.24	1.4	Leo
4**	1 pl	HD154088*	K0 IV-V	18,1	0.930	6.4			0.28	1.9	Ophiucus
5**	4 pl	HD1461***	G0V	23.4	1.140	4.2	6,6	6.3	0.16	1.6	Cetus
6**		HD 161612	G8V	26.9	1.120	6.2	5.5		0.11	0.	Scorpius
7	1pl	HD 89307	G0V	30.9	0.910	5,4	4.0	6.76	- 0.14	2.9	Leo

- HD 196761. Age 5.13 Gyr⁵⁾
- * HD 154088: dist(asec) 1.21 IRAS 17013-2830
- ** В списке (Филиппова, 1990), ссылка 6)
- *** В списке (Turnbull&Tarter, 2003), ссылка 7)
- У HD 1461 4 пл., из которых 2 на подтверждении
- Вокруг HD 161612, в радиусе 15 arcmin, 55 переменных звезда типа RR Lyr



HD 161612(LHS 3330): G8V, 27 pc, Sco; and stars RR Lyr



HD 1461: G0V, 23.4 pc, 4pl. Cetus



HD 89307: G0V, 31 pc, 1 pl . Leo

	Даты противостояния
HD 196761 (Cap)	31 июля
HD 99491 (Leo)	11 марта
HD 154088 (Oph)	8 июня
HD 1461 (Cet)	28 сентября
HD 161612 (Sco)	18 июня
HD 89307 (Leo)	21 февраля
HD 50692 (37 Gem)	3 января (близэклиптикальная звезда-адресат радиопослания 2001 г.)

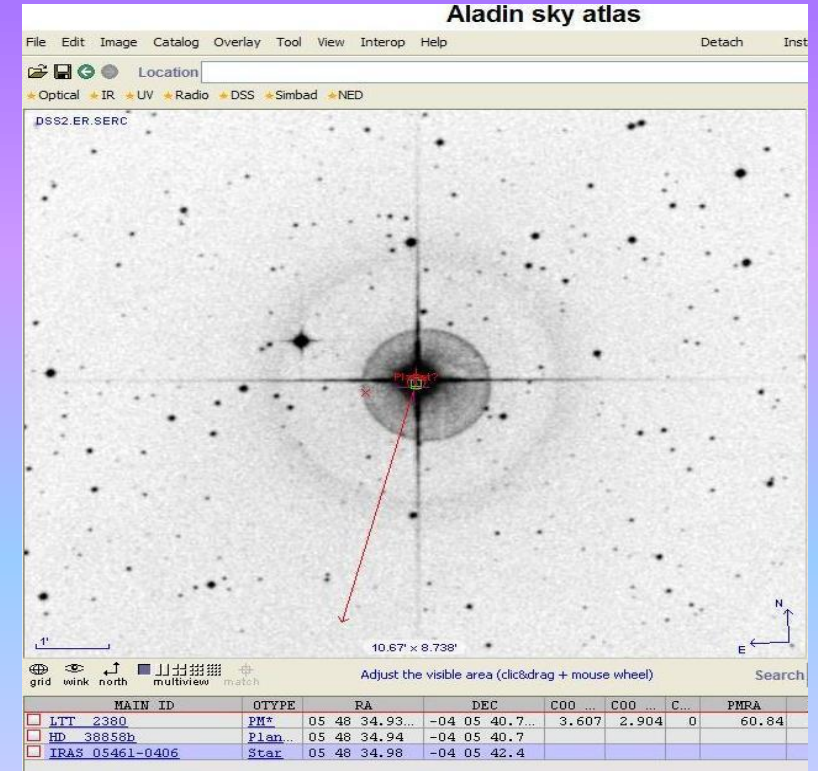
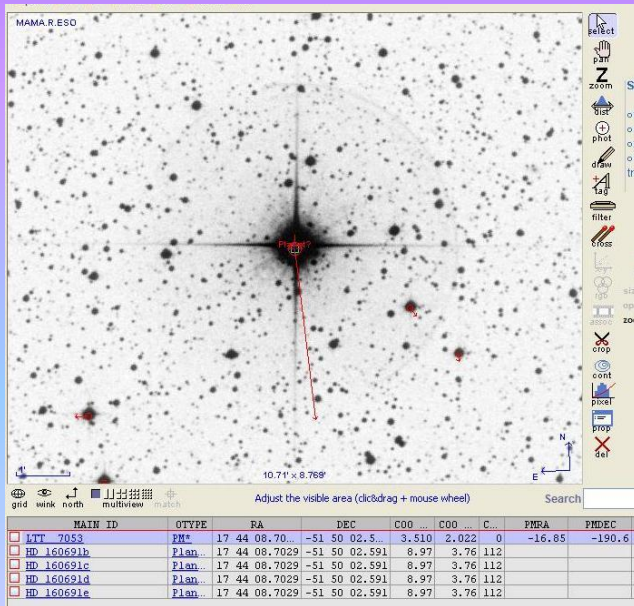
Две солнцеподобные звезды с экзопланетами в зонах жизни. У массивных планет возможны населенные спутники.

N	Name	Name HD	SP	Dist pc	Mass solMass	Age ²⁾ Gyr	Age ³⁾ Gyr	Age ⁴⁾ Gyr	[M/H] [Sun]	vsini km/s	Constellation
1	1 pl	HD 38858	G4V	15.2	1.050	7.5	4.0		-0.21	0.3	Orion
	mu Ara, 4 pl	HD 169691	G3 IV-V	15.3	1.250	4.4		6.41	0.26	3.1	Ara

	Mass (MJup)	Period (day)	a (AU)	e
mu Ara c	0.03321	9.6386	0.09094	0.172
mu Ara d	0.5219	310.55	0.921	0.0666
mu Ara b	1.676	643.25	1.5	0.128
mu Ara e	1.814	4205.8	5.235	0.0985

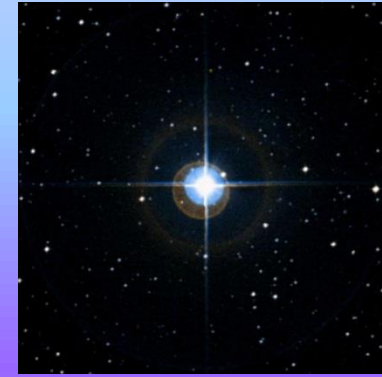
HD 38858 b:
(MJup Period(day) a(AU) e
0.096 407.15 1.04 0.27 (± 0.17)

mu Ara:
G3 IV-V, 15.3
pc, 4 pl

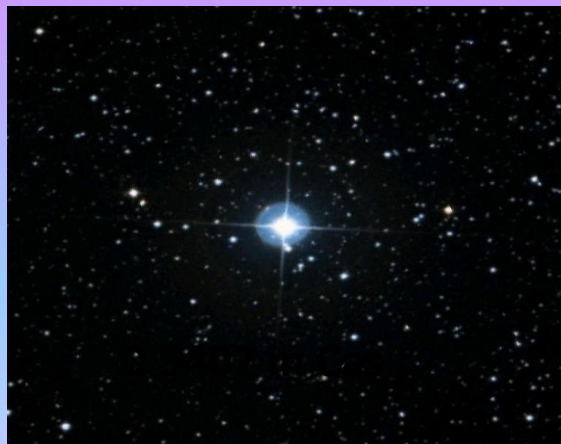


7 солнцеподобных звезд, существование планет у которых неизвестно

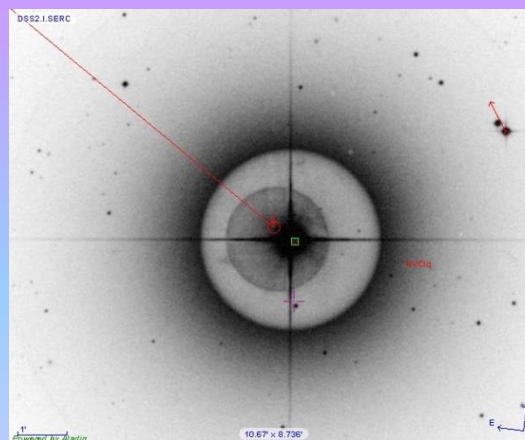
N	Constellation	Name HD	SP	Dist pc	Mass solMass	Age ²⁾ Gyr	Age ³⁾ Gyr	Age ⁵⁾ Gyr	[M/H] [Sun]	vsini km/s
1	Tucana, zet Tuc	HD 1581	F9.5V	8.6	1.176	5.3	3.5	3.95	-0.18	3.0
2*, **	Scorpius, 18 Sco	HD 146233	G2Va	14.0	0.980	4.7	4.8		0.03	2.6
3**	Virgo	HD 116443	G5V	16.8	0.780	5.5		5.81		
4	Ursa Major	HD 89269	G5V	20.6	0.940	4.2	4.3	5.49	-0.18	0.8
5	Cassiopeia	HD 9407	G6V	21.0	1.130	6.5	5.61		0.00	0.1
6	Tucana	HD 3823	G0V	25.5	1.250	5.9			-0.21	2.3
7***	Hercules	HD 164595	G2V	28.4	1.240	6.3			-0.06	0.0



18 Sco
(HD 146233)



HD 9407 (Cas)



Zet Tuc

*В списке (Turnbull&Tarter, 2003);
ссылка 7)

** В списке (Миронов+, 2007);
ссылка 8)

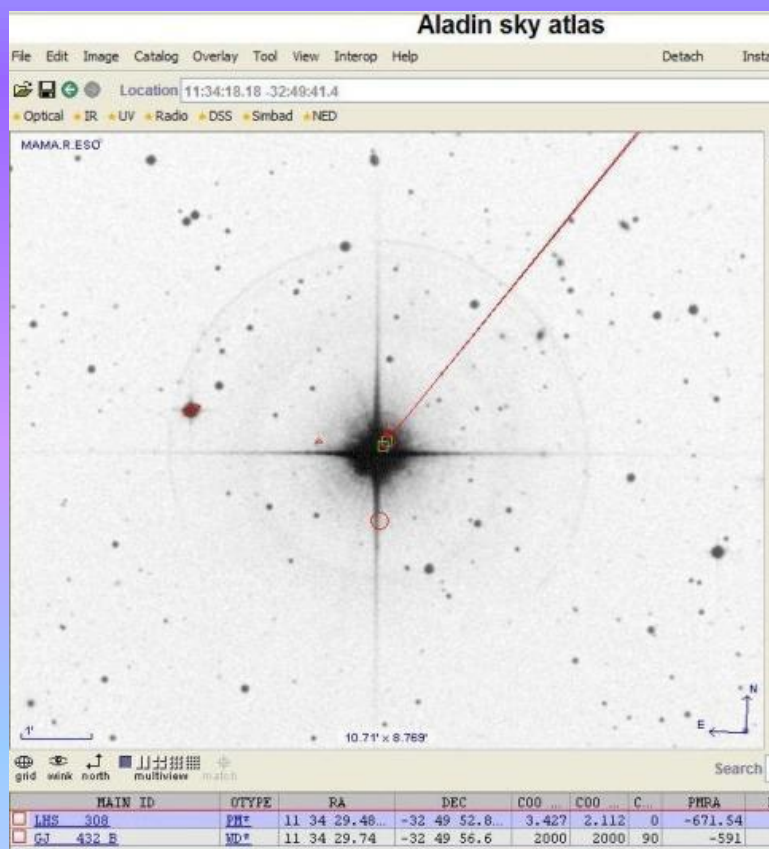
Примечания (из **): HD 146233 Rot
24 d, HD 89269 Rot 24 d.

HD 116443 и HD 116442 (G5V)
разделены расстоянием 420 а.е.

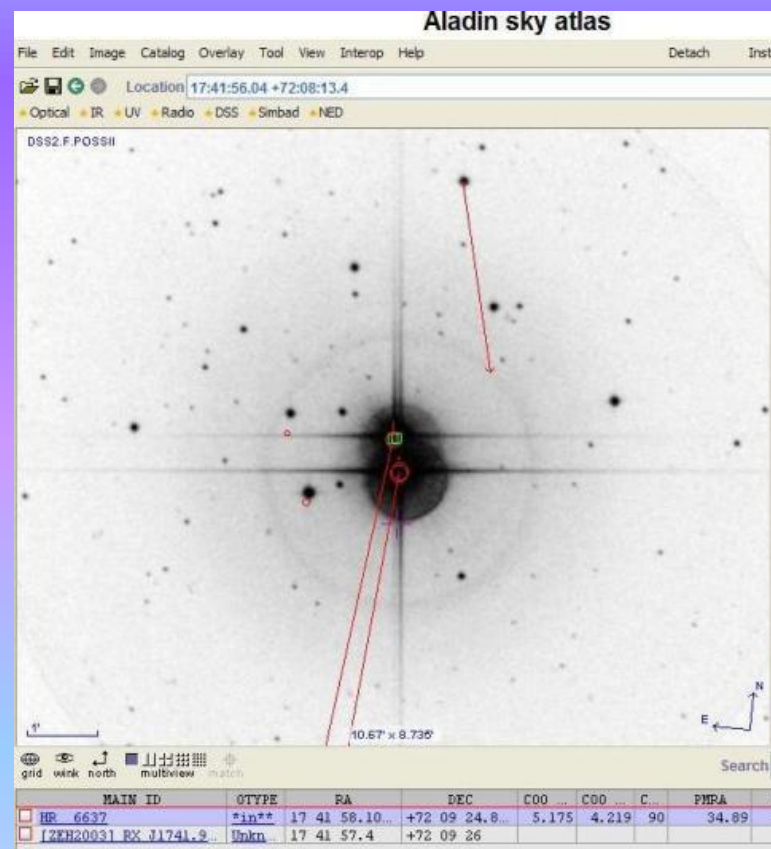
*** HD 164595 (dist. 49 arcmin –
Solar apex)

Две звезды с белым карликом DC и с объектом «неизвестной природы» в их окружении до 5 arcsec

N	Name	Name HD	SP	Dist pc	Mass solMass	Age ²⁾ Gyr	Age ³⁾ Gyr	Age ⁵⁾ Gyr	[M/H] [Sun]	vsini km/s	Constellation
1		HD 100623	K0V	9.5	0.96	7.8		4.11	-0.32	0.7	Hydra
2	31 Dra B*	HD 162004	G0V	22	1.05		4.3		-0.18	6	Draco



HD 100623 (LHS 308): K0V, 9.5 pc.
Dist. 4.95 asec GJ 432B: WD Sp DC



HD 162004 (HR 6637): G0V, 22 pc. Dist. 3.43 asec
[ZEH2003] RX J1741.9+7209 2 - Object of unknown nature

Две звезды с белым карликом DC и с объектом «неизвестной природы» в их окружении до 5 arcsec (продолжение)

HD 100623 (LHS 308) dist (asec)			Otype	RA (2000.0)	DEC (2000.0)	Sp	
1	LHS 308	0.00	HD 100623	PM*	11 34 29.49	-32 49 52.82	K0V
2	GJ 432 B	4.95	HD 100623	WD*	11 34 29.74	-32 49 56.6	DC
3	PKS 1132-325	58.15	HD 100623	Rad	11 34 34.1	-32 49 52	~

GJ 432 B -- White Dwarf

Spectral type: DC (непрерывный спектр без линий поглощения)

Отсутствие линий может означать, что излучение имеет искусственное происхождение, связанное с лазерными передатчиками ВЦ. Гипотеза. (В.Ф.Шварцман, 1977)

HD 162004 (HR 6637, 31 Dra B)

1	HR 6637 *	0.00	HD 162004	*i*	17 41 58.10460	+72 09 24.8581	G0V
2	[ZEN2003] RX J1741.9+7209 2	3.43	HD 162004	?	17 41 57.4	+72 09 26	~

[ZEN2003] RX J1741.9+7209 2 -- Object of unknown nature

* В списке (Миронов+, 2007) ссылка 8); звезды 31 Dra A и 31 Dra B на расстоянии 670 а.е.

«Радиодиапазон недостаточно емок для содержательных передач высокоразвитых цивилизаций (II и III типов, по классификации Кардашева). По нашему мнению, такие передчи разумнее искать в оптическом и рентгеновском диапазонах». (В.Ф.Шварцман, 1981)

Краткий обзор выделенных областей и направлений на небесной сфере с целью поиска солнцеподобных звезд-кандидатов SETI.

Обзор в радиусах 30-60-90 arcsec; RA (2000.0) DEC (2000.0)

Центр Галактики

NAME GAL CENTER -- Region defined in the sky

FK5 coord. (ep=J2000 eq=2000) :

17 45 40.04 -29 00 28.1

HD 161489 – Star (dist 23 arcmin 29 sec)

Parallaxes mas: 9.89 101 pc ~330 ly

Sp G1V

V 9.28 Age?

HD 161489 (IRAS 17438-2913)

f12 f25 f60 f100

2.74 2.19 1741.00L 3687.00L

35 Objects of unknown nature

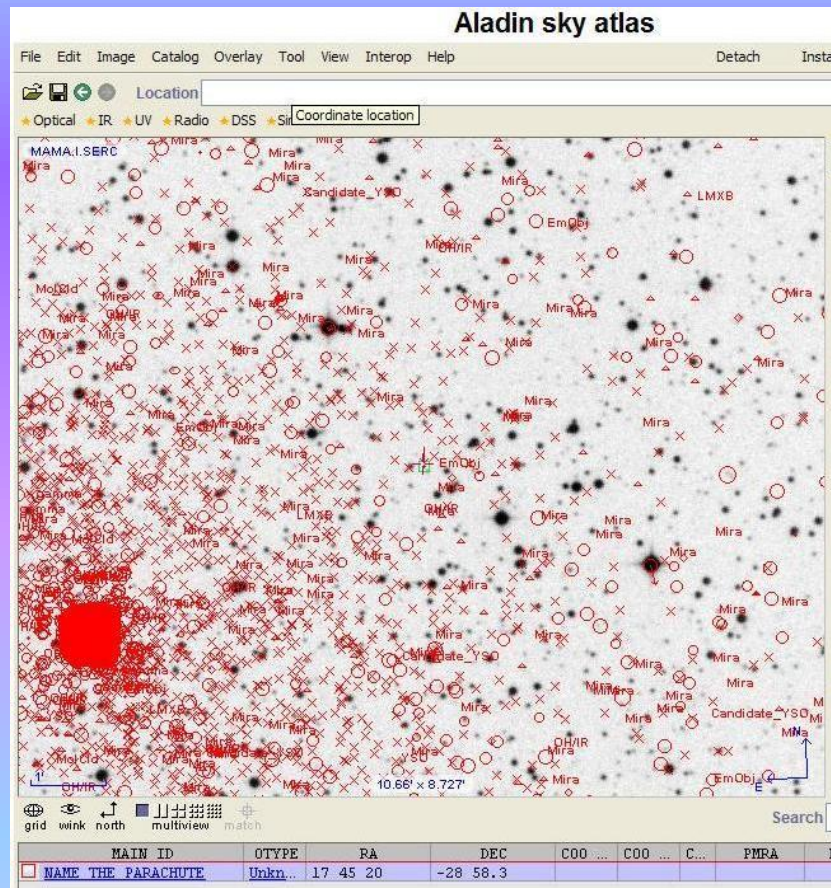
NAME THE PARACHUTE -- Object of unknown nature (dist 4.9 arcsec)

Антицентр Галактики:

05 45 40.04 + 29 00 28.1

radius: 60 arcmin Number of rows : 427

6 stars F8- G0, 1 star F8V



NAME PARACHUTE -- Object of unknown nature (in the center)

Северный Полюс Галактики NGP :

12 51 26.275 + 27 07 41.70

Com (Волосы Вероники)

radius: 60 arcmin

Number of rows : 2777

17 stars F8V - K0V, 7 stars F8 - G1

Северный полюс мира:

00 00 00.0 +90 00 00.0 (FK5, 2000, 2000)

UMi (Малая Медведица)

radius: 60 arcmin

Number of rows : 226

23 stars F8-G8, 1 star G5V, 1 star K0

Южный Полюс Галактики SGP:

00 51 26.275 -27 07 41.70

ScI (Скульптор)

radius: 60 arcmin

Number of rows : 1194

7 stars F8 - K0

Южный полюс мира:

00 00 00.0 -90 00 00.0 (FK5, 2000, 2000)

Oct (Октант)

radius: 60 arcmin

Number of rows : 246

3 stars: F8, G, G2V; 3 stars K0

Северный полюс эклиптики

NORTH ECLIPTIC POLE NEP:

18 00 00 +66 33 00 Dra (Дракон)

radius: 30 arcmin

Number of rows : 324

2 stars F8 , K0 +

[GHM2003]370 ? 18 00 02.2 +66 45 53 F8

[GHM2003] 370 -Object of unknown nature
(Sp F8!)

Точки летнего и зимнего солнцестояний.

18 00 00 – 23 26 21.448 Sgr (Стрелец)

radius: 30 arcmin

Number of rows : 565

3 stars G5, 1 K0

34 IRAS

06 00 00 +23 26 21.448 Tau (Телец)

radius: 30 arcmin

Number of rows : 239

42 stars F8-K0, 6 stars F8V-K0V !

Южный полюс эклиптики

NAME SOUTH ECLIPTIC POLE SEP :

06 00 00 -66 33 00 Dor (Золотая Рыба)

radius: 30 arcmin

Number of rows : 249

8 stars F8-K0

Точки равноденствий

coord 00 00 00 00 00 00

(FK5, 2000, 2000),

Psc (Рыбы)

radius: 30 arcmin

Number of rows : 232

7 stars F8-K0 , 1 star F8V

47 stars M0-M5 !

coord 12 00 00 00 00 00

(FK5, 2000, 2000),

Vir (Дева)

radius: 30 arcmin

Number of rows : 1823

2 stars: G5, K0

АПЕКС Солнца Solar apex :

18 03 50.2 + 30 00 16.8 Her (Геркулес)

Апекс Солнца – точка в созвездии Геркулес, в направлении которой движется Солнца относительно окружающих его звезд со скоростью 19.5 км/сек.

radius: 60 arcmin

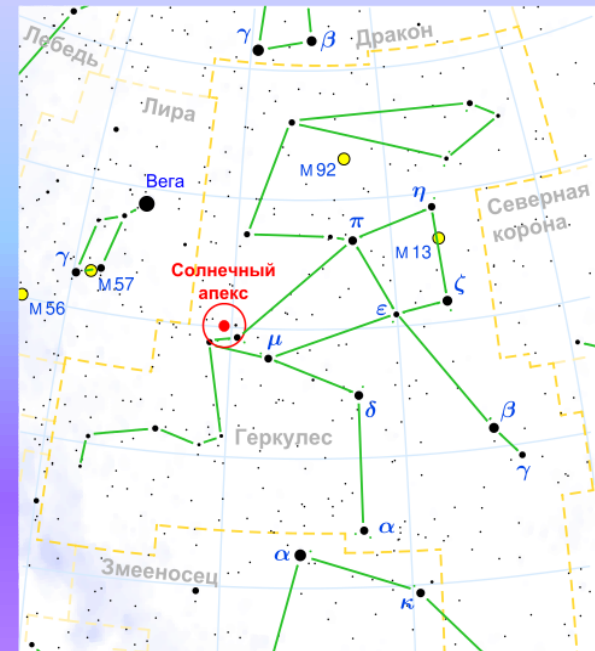
Number of rows : 342

4 stars F8-G5

HD 164595 (Dist 49 arcmin)

G2V 28.9 pc (94 ly) 6.3 Gyr

Включена в лимитированный список 7 звезд-кандидатов SETI , у которых существование планет не известно.



HD 164595 (49 arcmin solar apex)

Name	Vmag mag	Dist pc	Mass solMass	Age Gyr	Teff K	[M/H] [Sun]	vsini km/s
HD 164595	7.07	28.9	1.240	6.3	5745	-0.06	0.0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



Представляется оправданным подход к составлению лимитированных списков звезд-кандидатов SETI (солнцеподобных и других) для мониторинга на больших телескопах, не специализирующихся по основным приоритетам на проблему SETI.

В этой работе желательно участие астрофизиков, радиоастрономов, астрометристов, планетологов и экзопланетологов.

Ранние наблюдения кандидатов при сравнении с данными новых мониторингов могут способствовать открытию технологической внеземной цивилизации.

Высказывание пионеров SETI Коккони и Моррисона о том, что шансы обнаружить внеземную цивилизацию незначительны, но они будут равны нулю, если не вести поиски, не потеряли свою актуальность и во втором десятилетии XXI века.

ЛИТЕРАТУРА И ССЫЛКИ:

- 1) <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>
- 2) Spectroscopic properties of cool stars. I. (Valenti+, 2005)
- <http://vizier.u-strasbg.fr/cgi-bin/VizieR-2?-source=J/ApJS/159/141>
-
- 3) Geneva-Copenhagen Survey of Solar neighbourhood (Holmberg+, 2007)
- <http://vizier.u-strasbg.fr/cgi-bin/VizieR-3?-source=V/117A/newcat>
- 4) The Extrasolar Planets Encyclopaedia. Update : Jan. 31, 2014 (1075 planets).
- <http://exoplanet.eu/>
- 5) Ages of A-K type stars in DEBRIS survey (Vican+, 2012)
- <http://vizier.cfa.harvard.edu/viz-bin/VizieR-3?-source=J/AJ/143/135/table2>
- 6) Astron. Tsirk., 1544, 37-38 (1990)
**A list of near-ecliptical sun-like stars for the "ZODIAC" SETI-program.
FILIPPOVA L.N.
- 7) ***[Target Selection for SETI. II. Tycho-2 Dwarfs, Old Open Clusters, and the Nearest 100 Stars](#) (Turnbull M.C., Tarter J.C., 2003, ApJS, 149, 423)
(Top 25 Habstars within 25 Parsecs).
- 8) <http://w0.sao.ru/Doc-k8/Science/Public/Bulletin/Vol60-61/>
А.В.Миронов, Н.С.Кардашев, Л.М.Гиндилис, А.И.Захаров, М.М.Кацова, К.В.Куимов, А.С.Расторгуев, Г.М.Рудницкий, В.А.Самодуров, М.Ю.Тимофеев, А.М.Черепашук, Л.Н.Филиппова
[100 звезд и ВЦ: где Они?](#) (Таблица 3: Звезды, отобранные в качестве кандидатов для SETI. Список «91 М»).
- Сайт «Планетные системы» <http://www.allplanets.ru/>
- Википедия