

О. П. КУЗНЕЧИК, В. Н. ГОРЕНКОВ

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Информация об астрономических явлениях имеет народнохозяйственное значение, необходима для астрономо-геодезических учреждений, навигации, справочных и периодических изданий, высших учебных заведений, где преподаются астрономия, геофизика и геодезия.

В настоящее время различные учреждения и организации, справочные и периодические издания Беларуси используют разнородную астрономическую информацию, полученную с различной достоверностью и точностью. Так, например, в большинстве календарей, которые реализуются на потребительском рынке республики, восход Солнца в Минске приведен по московскому времени [1], что дает погрешность от +28 мин в декабре до +52 мин в июне – июле.

Издававшийся ранее «Астрономический ежегодник СССР на ... г.» вышел последний раз в конце 1991 г. В нем были представлены астрономические данные на 1993 г. [2]. Для своих нужд Российская Федерация подготовила и издала в 1993 г. «Астрономический ежегодник на 1994 г.» [3]. И он продолжает выходить регулярно [4].

Астрономические расчеты для Беларуси на 1991–1995 гг. были проведены нами в 1989–1993 гг. для справочного издания «БелСэ» («БелЭн») им. П. Бровки: Беларускі календар [5–9]. Данное издание выходило с 1991 по 1994 г. При этом объем астрономической информации, представленной в этом справочном издании, с каждым годом возрастал. Однако с 1995 г. это издание перестало выходить. Частично этот пробел был восполнен за счет НИР «Астрономические расчеты для Беларуси на 1996–1998 гг.» и «Астрономические расчеты для Беларуси на 1999–2001 гг.» [10–11].

Цель и задача нашей работы – продолжить аналогичные исследования, увеличивая точность и объем астрономической информации.

Основными методами исследований являются: теоретическая астрономия, небесная механика, компьютерное моделирование и программирование.

Для расчетов в качестве исходных разработок использованы достижения Института теоретической астрономии (ИТА) АН СССР [2], ИТА РАН [3], Института прикладной астрономии (ИПА) РАН [4], Обсерватории Белгосуниверситета [12] и данные монографий Ж. Мееса [13], О. Монтенбрука и Т. Пфлегера [14].

Точность нашего расчета астрономических явлений соответствует точности расчетов ИПА РАН.

Часть астрономических расчетов на 2001 г. приведена ниже. Они имеют астрономическое, народнохозяйственное и культурное значение.

1. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ НА 2001 г.

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При астрономических расчетах используются различные шкалы времени.

Всемирным временем УТ называется местное среднее солнечное время гринвического меридиана.

Местное среднее солнечное время любого пункта на Земле определяется из соотношения

$$T_{\lambda} = UT + \lambda^h, \quad (1)$$

где λ^h – географическая долгота этого пункта, выраженная в часовой мере.

Местное среднее солнечное время основного меридиана какого-либо часового пояса называется поясным временем T_n .

Переход от одной системы счета времени к другой выполняется по соотношениям:

$$T_{\lambda} - T_n = \lambda^h - n^h, \quad (2)$$

где n^h – номер часового пояса (для Беларуси $n^h = 2^h$). На период введения летнего времени добавляется еще один час.

Связь эфемеридного времени ЕТ и всемирного времени УТ дается соотношением

$$ET = UT + \Delta T, \quad (3)$$

где поправка ΔT определяется сравнением вычисленных по теории Брауна – Эккерта ($j = 2$) положения Луны с ее наблюдаемыми положениями [4].

В начале XX в. эта поправка по определению равнялась нулю, а в настоящее время составляет около 1 мин [14].

Земное динамическое время ТДТ практически по своему физическому содержанию совпадает с эфемеридным временем ЕТ.

Разность между барицентрическим и земным динамическим временем с точностью, достаточной для многих практических целей, можно представить соотношением

$$TDB = TDT + 0^s,001\,658 \sin(g + 0,0167 \sin g), \quad (4)$$

где средняя аномалия Земли g определена формулой

$$g = (357^{\circ},528 + 35\,999^{\circ},050T) 2\pi/360^{\circ};$$

T – время, отсчитываемое от эпохи J2000.0 в юлианских столетиях. Более точное выражение разности $TDB - TDT$, учитывающее вклад лунных и планетных членов с точностью до 10^{-5} с и суточных членов с точностью до 10^{-6} с, можно найти в работе Мойера [4].

Часть астрономических расчетов на 2001 г., выполненных нами с необходимой точностью в 2000 г., приведена в табл. 1–14. В них представлены координаты цен-

тров столицы и городов областного подчинения Беларуси, эфемерида Солнца (средняя долгота, долгота перигея, средняя аномалия, параллакс, абerrация, наклон эклиптики, нутация наклона эклиптики), гелиоцентрические координаты планет на эпоху J2000.0, планетные конфигурации и другие астрономические явления, фазы Луны, восход и заход Солнца.

Таблица 1

Координаты центров столицы и городов областного подчинения Беларуси

Города	Географическая широта φ	Географическая долгота λ
Брест	52° 05' 53"	23° 42' 20" $\approx$ 1 h 34 m 49 s
Витебск	55° 11' 41"	30° 11' 44" $\approx$ 2 h 00 m 47 s
Гомель	52° 25' 46"	30° 59' 30" $\approx$ 2 h 03 m 58 s
Гродно	53° 40' 42"	23° 49' 23" $\approx$ 1 h 35 m 18 s
Минск	53° 53' 59"	27° 34' 45" $\approx$ 1 h 50 m 19 s
Могилев	53° 53' 41"	30° 20' 10" $\approx$ 2 h 01 m 21 s

В табл. 3–11 приведены гелиоцентрические координаты планет. Эти данные предназначаются для вычисления возмущений малых планет и комет при помощи численного интегрирования. Сообразно с этим все координаты, как эклиптические (l, b, r), так и прямоугольные экваториальные (x, y, z), даются в системе J2000.0 для стандартных моментов. Стандартными моментами считаются такие, для которых целая часть юлианского дня делится на 40 (или на половину или четверть этого интервала в зависимости от шага интегрирования). Для Меркурия, который очень редко учитывается при вычислении возмущений, даются только эклиптические координаты и r^{-3} . Для других планет, кроме эклиптических и экваториальных координат, даются еще компоненты притяжения, производимого соответствующей планетой на Солнце.

В табл. 12 приведены сведения о стоянии, соединении и противостоянии планет. Под соединениями и противостояниями планет с Солнцем принято понимать моменты, когда разность их видимых долгот равна соответственно 0° или 180° . Соединения планет с Луной или друг с другом означают моменты их одинаковых прямых восхождений. Под стоянием планет понимаются моменты, когда скорость изменения их прямых восхождений равна нулю. Моменты всех явлений даны во всемирном времени.

В табл. 13 моменты фаз Луны выражены во времени второго часового пояса.

В табл. 14 приведены моменты восхода и захода верхнего края Солнца на меридианах областных центров Беларуси на 15-е число каждого месяца в местном среднем солнечном времени. В эти моменты для наблюдателя на уровне моря верхний край солнечного диска находится на горизонте, а истинное геоцентрическое зенитное расстояние центра Солнца без учета параллакса составляет $90^\circ 50'$. Нужно заметить, что наблюдаемый момент явления может не совпадать с приведенным в таблице из-за отличия атмосферной рефракции от принятого значения $34'$, а также высоты наблюдателя над уровнем моря.

1.2. ВРЕМЕНА ГОДА

Эпоха $T = J2001.5$ приходится на дату 2001, июль 2.375 (JD 2452092.875) и соответствует бесселевой эпохе B2001.50131.

Начало весны	Март 20	13 ^h 30 ^m 7 UT.
Начало лета	Июль 21	7 ^h 37 ^m 7 UT.
Начало осени	Сент. 22	23 ^h 04 ^m 4 UT.
Начало зимы	Дек. 21	19 ^h 21 ^m 5 UT.
Земля в перигелии	Январь 4	8 ^h 9 UT
Земля в афелии	Июль 4	13 ^h 6 UT.

Средний наклон эклиптики к экватору для эпохи $T=J2001.5$:

$$\varepsilon = 23^\circ,439096 = 23^\circ 26'20'',75$$

1.3. ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Таблица 2

Солнце 2001 г.

Дата	0 ^h земного динамического времени						
	Средняя долгота	Долгота перигея	Средняя аномалия	Параллакс	Абerrация	Наклон эклиптики (квази-истинный)	Нутация наклона эклиптики (долг.-период.)
	°	°	°	"	"	° ' "	"
Янв. -3	276.0307	282.9381	353.0925	8.943	20.835	23 26 15.59	- 5.86
7	285.8871	282.9386	2.9485	8.943	20.837	15.73	5.71
17	295.7436	282.9391	12.8045	8.940	20.829	15.93	5.50
27	305.6001	282.9395	22.6605	8.932	20.810	16.18	5.24
Февр. 6	315.4566	282.9400	32.5165	8.919	20.780	16.44	4.96
16	325.3130	282.9405	42.3725	8.903	20.744	16.70	-4.69
26	335.1695	282.9410	52.2285	8.884	20.698	16.93	4.45
Март. 7	345.0260	282.9414	62.0845	8.861	20.646	17.11	4.26
17	354.8824	282.9419	71.9405	8.838	20.592	17.22	4.13
27	4.7389	282.9424	81.7965	8.813	20.533	17.27	4.07
Апр. 6	14.5954	282.9428	91.6526	8.787	20.474	17.25	-4.07
16	24.4519	282.9433	101.5086	8.763	20.417	17.18	4.13
26	34.3083	282.9438	111.3646	8.739	20.361	17.07	4.23
Май 6	44.1648	282.9443	121.2206	8.717	20.309	16.94	4.35
16	54.0213	282.9447	131.0766	8.698	20.265	16.81	4.46
26	63.8778	282.9452	140.9326	8.681	20.225	16.71	-4.55
Июнь 5	73.7342	282.9457	150.7886	8.667	20.194	16.66	4.59
15	83.5907	282.9461	160.6446	8.658	20.172	16.66	4.58
25	93.4472	282.9466	170.5006	8.651	20.157	16.72	4.51
Июль 5	103.3037	282.9471	180.3566	8.649	20.152	16.84	4.37
15	113.1601	282.9475	190.2126	8.652	20.159	17.02	-4.18
25	123.0166	282.9480	200.0686	8.658	20.172	17.24	3.94
Авг. 4	132.8731	282.9485	209.9246	8.668	20.195	17.49	3.68
14	142.7295	282.9490	219.7806	8.682	20.228	17.75	3.41
24	152.5860	282.9494	229.6366	8.698	20.267	17.99	3.16

Окончание табл. 2

Дата	0 ^h земного динамического времени						
	Средняя долгота	Долгота перигея	Средняя аномалия	Параллакс	Аберрация	Наклон эклиптики (квази-истинный)	Нутация наклона эклиптики (долго-период.)
	°	°	°	"	"	° ' "	"
Сент. 3	162.4425	282.9499	239.4926	8.718	20.313	23 26 18.20	-2.94
13	172.2990	282.9504	249.3486	8.741	20.365	18.36	2.76
23	182.1554	282.9508	259.2046	8.764	20.420	18.45	2.65
Окт. 3	192.0119	282.9513	269.0606	8.789	20.478	18.48	2.61
13	201.8684	282.9518	278.9066	8.815	20.538	18.45	2.63
23	211.7249	282.9523	288.7726	8.839	20.595	18.37	-2.70
Нояб. 2	221.5813	282.9527	298.6286	8.863	20.651	18.25	2.81
12	231.4378	282.9532	308.4846	8.885	20.702	18.11	2.93
22	241.2943	282.9537	318.3406	8.904	20.746	17.99	3.04
Дек. 2	251.1508	282.9541	328.1966	8.920	20.783	17.91	3.11
12	261.0072	282.9546	338.0526	8.933	20.812	17.88	-3.13
22	270.8637	282.9551	347.9086	8.940	20.829	17.92	3.08
32	280.7202	282.9556	357.7646	8.943	20.837	18.03	-2.95

Суточное движение
средней долготы = 0°.985647

Суточное движение
средней аномалии = 0°.985600

Продолжительность года:

Тропического 365^d.242 189 93 – 0^d.000 006 14 T

Сидерического 365^d.256 363 31 + 0^d.000 000 12 T

Аномалистического 365^d.259 635 35 + 0^d.000 003 25 T

1.4. ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ ПЛАНЕТ (J 2000.0)

Таблица 3

Гелиоцентрические координаты Меркурия 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени				Дата	0 ^h барицентрического динамического времени			
	Гелио-цен-трич. долгота J2000.0	Гелио-цен-трич. широта J2000.0	Радиус-вектор, r	r ⁻³		Гелио-цен-трич. долгота J2000.0	Гелио-цен-трич. широта J2000.0	Радиус-вектор, r	r ⁻³
Янв. -4	277.72	- 5.33	0.4592	10.33	Июнь 30	305.15	- 6.82	0.4302	12.56
1	292.39	6.31	0.4457	11.29	Июль 5	322.42	6.99	0.4061	14.93
6	308.25	6.90	0.4260	12.93	10	342.06	6.42	0.3783	18.48
11	325.90	6.94	0.4011	15.50	15	4.82	4.83	0.3495	23.42
16	346.07	6.21	0.3728	19.30	20	31.26	- 2.06	0.3246	29.23
21	9.50	- 4.41	0.3444	24.48	25	61.11	+ 1.56	0.3096	33.69
26	36.64	- 1.43	0.3209	30.27	30	92.58	4.90	0.3094	33.77

Окончание табл. 3

Дата	0 ^h бариецентрического динамического времени				Дата	0 ^h бариецентрического динамического времени			
	Гелио- цен- трич. долгота J2000.0	Гелио- цен- трич. широта J2000.0	Радиус- вектор, г	r^{-3}		Гелио- цен- трич. долгота J2000.0	Гелио- цен- трич. широта J2000.0	Радиус- вектор, г	r^{-3}
Янв. 31	66.97	+ 2.25	0.3084	34.11	Авг. 4	122.83	6.75	0.3240	29.40
Февр. 5	98.44	5.39	0.3111	33.22	9	149.67	6.87	0.3487	23.58
10	128.16	6.90	0.3281	28.32	14	172.60	5.80	0.3774	18.60
15	154.26	+ 6.74	0.3540	22.55	19	192.20	+ 4.14	0.4053	15.02
20	176.51	5.52	0.3828	17.82	24	209.33	2.29	0.4295	12.62
25	195.57	3.80	0.4102	14.49	29	224.77	+ 0.44	0.4483	11.10
Март 2	212.33	1.94	0.4335	12.28	Сент. 3	239.15	- 1.32	0.4607	10.23
7	227.53	+ 0.10	0.4511	10.89	8	253.00	2.94	0.4664	9.86
12	241.78	- 1.64	0.4623	10.12	13	266.76	- 4.37	0.4650	9.94
17	255.58	3.22	0.4666	9.84	18	280.85	5.57	0.4568	10.49
22	269.36	4.61	0.4640	10.01	23	295.73	6.47	0.4419	11.59
27	283.57	5.76	0.4545	10.65	28	311.93	6.96	0.4210	13.40
Апр. 1	298.65	6.60	0.4384	11.87	Окт. 3	330.07	6.86	0.3951	16.21
6	315.16	- 6.99	0.4165	13.85	8	350.89	- 5.91	0.3665	20.32
11	333.75	6.76	0.3899	16.87	13	15.11	3.85	0.3386	25.75
16	355.16	5.62	0.3610	21.25	18	43.04	- 0.65	0.3170	31.40
21	20.07	- 3.33	0.3339	26.86	23	73.85	+ 3.03	0.3076	34.36
26	48.65	+ 0.04	0.3141	32.26	28	105.17	5.87	0.3137	32.39
Май 1	79.78	+ 3.67	0.3075	34.38	Нояб. 2	134.20	+ 6.99	0.3332	27.04
6	110.87	6.22	0.3165	31.54	7	159.43	6.54	0.3602	21.40
11	139.25	7.00	0.3379	25.93	12	180.91	5.17	0.3890	16.98
16	163.73	6.33	0.3656	20.46	17	199.40	3.40	0.4157	13.92
21	184.58	4.86	0.3943	16.31	22	215.76	+ 1.53	0.4379	11.91
26	202.61	+ 3.05	0.4203	13.47	27	230.71	- 0.29	0.4541	10.68
31	218.66	+ 1.18	0.4414	11.63	Дек. 2	244.82	2.00	0.4638	10.02
Июнь 5	233.40	- 0.62	0.4565	10.51	7	258.57	3.54	0.4667	9.84
10	247.41	2.30	0.4649	9.95	12	272.41	4.89	0.4625	10.11
15	261.15	3.81	0.4664	9.86	17	286.77	5.98	0.4515	10.86
20	275.06	- 5.11	0.4610	10.21	22	302.12	- 6.73	0.4341	12.22
25	289.56	6.15	0.4487	11.07	27	319.02	7.00	0.4110	14.41
30	305.15	- 6.82	0.4302	12.56	32	338.16	- 6.59	0.3837	17.71

Средние элементы орбиты Меркурия (П. Бретаньон):

$$\lambda = 252^{\circ}.250\ 905\ 52 + 538\ 106\ 660''.0966T + 1''.0927T^2 + 0''.0001T^3$$

$$\pi = 77^{\circ}.456\ 119\ 04 + 5603''.3192T + 1''.0637T^2$$

$$\Omega = 48^{\circ}.330\ 893\ 04 + 4270''.2780T + 0''.6316T^2 + 0''.0008T^3$$

$$i = 7^{\circ}.004\ 986\ 25 + 6''.5573T - 0''.0652T^2 + 0''.0002T^3$$

$$e = 0.205\ 631\ 7526 + 0.000\ 020\ 406\ 53T - 0.000\ 000\ 028\ 35T^2 - 0.000\ 000\ 000\ 18T^3$$

$$\alpha = 0.387\ 098\ 3098$$

T – время, считаемое в юлианских столетиях от эпохи 2000, янв. 1.5 барицентр. дин. вр. (JD 245 1545.0).

Таблица 4

Гелиоцентрические координаты Венеры 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- цен- трич. долгота J2000.0	Гелио- цен- трич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Янв. -9	30.829	- 2.437	0.72423	+0.62133	+0.35247	+0.11925	-1.185	-0.672	-0.227
1	46.834	1.691	0.72287	0.49431	0.49200	0.19006	0.948	0.944	0.364
11	62.885	- 0.810	0.72154	0.32883	0.59324	0.24608	0.634	1.144	0.475
21	78.986	+ 0.137	0.72035	+0.13763	0.64805	0.28284	-0.267	1.256	0.548
31	95.136	1.076	0.71939	-0.06439	0.65189	0.29735	+0.125	1.268	0.579
Февр. 10	111.332	+ 1.932	0.71875	-0.26131	+0.60427	+0.28839	+0.510	-1.179	-0.563
20	127.564	2.635	0.71846	0.43754	0.50882	0.25660	0.855	0.994	0.501
Март 2	143.815	3.128	0.71855	0.57909	0.37304	0.20448	1.131	0.728	0.399
12	160.065	3.372	0.71903	0.67477	0.20771	0.13615	1.315	0.405	0.265
22	176.289	3.347	0.71984	0.71710	+0.02595	+0.05706	1.393	-0.050	-0.111
Апр. 1	192.466	+ 3.057	0.72092	-0.70293	-0.15787	-0.02654	+1.359	+0.305	+0.051
11	208.577	2.528	0.72220	0.63360	0.32931	0.10805	1.218	0.633	0.208
21	224.613	1.803	0.72356	0.51482	0.47506	0.18115	0.984	0.908	0.346
Май 1	240.576	0.942	0.72490	0.35607	0.58396	0.24018	0.677	1.110	0.457
11	256.474	+ 0.012	0.72612	-0.16983	0.64778	0.28068	+0.321	1.226	0.531
21	272.323	- 0.917	0.72712	+0.02946	-0.66186	-0.29963	-0.056	+1.247	+0.565
31	288.142	1.774	0.72783	0.22652	0.62532	0.29566	0.426	1.175	0.555
Июнь 10	303.950	2.495	0.72820	0.40630	0.54108	0.26914	0.762	1.015	0.505
20	319.766	3.028	0.72819	0.55514	0.41563	0.22212	1.041	0.780	0.417
30	335.602	3.332	0.72781	0.66170	0.25854	0.15819	1.243	0.486	0.297
Июль 10	351.469	- 3.383	0.72709	+0.71779	-0.08172	-0.08219	-1.353	+0.154	+0.155
20	7.371	3.176	0.72607	0.71896	+0.10133	+0.00009	1.361	-0.192	0.000
30	23.312	2.725	0.72484	0.66491	0.27659	0.08235	1.265	0.526	-0.157
Авг. 9	39.296	2.062	0.72349	0.55953	0.43048	0.15826	1.070	0.823	0.303
19	55.326	1.237	0.72212	0.41072	0.55095	0.22187	0.790	1.060	0.427
29	71.405	- 0.312	0.72085	+0.22986	+0.62839	+0.26816	-0.445	-1.215	-0.519
Сент. 8	87.534	+ 0.640	0.71977	+0.03097	0.65652	0.29340	-0.060	1.275	0.570
18	103.711	1.544	0.71897	-0.17035	0.63290	0.29552	+0.332	1.234	0.576
28	119.929	2.328	0.71851	0.35819	0.55923	0.27426	0.699	1.092	0.536
Окт. 8	136.175	2.926	0.71843	0.51764	0.44125	0.23127	1.011	0.862	0.452
18	152.430	+ 3.291	0.71873	-0.63607	+0.28829	+0.16995	+1.241	-0.562	-0.332
28	168.670	3.393	0.71940	0.70415	+0.11251	0.09518	1.370	-0.219	0.185
Нояб. 7	184.872	3.225	0.72038	0.71664	-0.07217	+0.01289	1.389	+0.140	-0.025
17	201.016	2.804	0.72158	0.67278	0.25118	-0.07042	1.297	0.484	+0.136

Окончание табл. 4

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- цен- трич. долгота J2000.0	Гелио- цен- трич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Нояб. 27	° 217.087	° 2.165	0.72292	0.57627	0.41055	0.14823	1.105	0.787	0.284
Дск. 7	233.084	+ 1.360	0.72428	-0.43491	-0.53798	-0.21451	+0.829	+1.026	+0.409
17	249.010	+ 0.453	0.72558	0.25989	0.62379	0.26419	0.493	1.183	0.501
27	264.879	- 0.485	0.72669	-0.06486	0.66160	0.29354	+0.122	1.249	0.554
37	280.710	- 1.384	0.72755	+0.13516	-0.64870	-0.30040	-0.254	+1.220	+0.565

Средние элементы орбиты Венеры (П. Бретаньон):

$$\lambda = 181^{\circ}.979\ 800\ 85 + 210\ 669\ 166''.9086T + 1''.1166T^2 + 0''.0001T^3$$

$$\pi = 131^{\circ}.563\ 703\ 00 + 5048''.0237T - 3''.8742T^2 - 0''.0204T^3$$

$$\Omega = 76^{\circ}.679\ 920\ 19 + 3244''.0342T + 1''.4623T^2 - 0''.0003T^3$$

$$i = 3^{\circ}.394\ 661\ 89 + 3''.6133T - 0''.0032T^2$$

$$e = 0.006\ 771\ 9164 - 0.000\ 047\ 765\ 21T + 0.000\ 000\ 098\ 13T^2 + 0.000\ 000\ 000\ 46T^3$$

$$\alpha = 0.723\ 329\ 8200$$

Таблица 5

Гелиоцентрические координаты Земли и Луны 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- цен- трич. долгота J2000.0	Гелио- цен- трич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Янв. -9	° 90.438	° 0.000	0.98367	-0.00752	+0.90247	+0.39127	+0.028	-3.412	-1.479
11	110.819	0.000	0.98345	0.34953	0.84338	0.36565	1.322	3.191	1.383
31	131.167	0.000	0.98523	0.64854	0.68047	0.29502	2.440	2.561	1.110
Февр. 20	151.404	0.000	0.98879	0.86817	0.43421	0.18825	3.232	1.616	0.701
Март 12	171.468	0.000	0.99367	0.98267	+0.13526	+0.05864	3.604	-0.496	-0.215
Апр. 1	191.318	0.000	0.99927	-0.97983	-0.17993	-0.07801	+3.534	+0.649	+0.281
21	210.945	0.000	1.00492	0.86188	0.47410	0.20554	3.056	1.681	0.729
Май 11	230.361	0.000	1.00997	0.64430	0.71358	0.30937	2.251	2.493	1.081
31	249.606	0.000	1.01385	0.35331	0.87188	0.37800	1.220	3.011	1.305
Июнь 20	268.732	0.000	1.01615	-0.02249	0.93207	0.40410	+0.077	3.197	1.386
Июль 10	287.805	0.000	1.01661	+0.31086	-0.88805	-0.38501	-1.065	+3.042	+1.319
30	306.897	0.000	1.01519	0.60949	0.74488	0.32294	2.096	2.562	1.111
Авг. 19	326.075	0.000	1.01204	0.83976	0.51822	0.22467	2.916	1.799	0.780
Сент. 8	345.401	0.000	1.00750	0.97497	-0.23298	-0.10101	3.431	+0.820	+0.355
28	4.922	0.000	1.00206	0.99836	+0.07888	+0.03420	3.571	-0.282	-0.122
Окт. 18	24.663	0.000	0.99635	+0.90546	+0.38145	+0.16538	-3.295	-1.388	-0.602
Нояб. 7	44.626	0.000	0.99104	0.70533	0.63873	0.27692	2.608	2.362	1.024

Окончание табл. 5

Дата	0 ^b барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экваториаль- ные координаты (J2000.0)			Компоненты притяже- ния (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Нояб. 27	°	°							
Дек. 17	64.785	0.000	0.98677	0.42039	0.81908	0.35511	1.575	3.068	1.330
37	85.087	0.000	0.98409	+0.08428	0.89957	0.39000	-0.318	3.397	1.473
	105.462	0.000	0.98333	-0.26215	+0.86953	+0.37698	+0.992	-3.291	-1.427

Средние элементы орбиты Земли (П. Бретаньон):

$$\lambda = 100^{\circ}.466\ 456\ 83 + 129\ 602\ 771''.3800T + 1''.0917T^2 + 0''.0001T^3$$

$$\pi = 102^{\circ}.937\ 348\ 08 + 6190''.3319T + 1''.6449T^2 - 0''.0001T^3$$

$$e = 0.016\ 708\ 6342 - 0.000\ 042\ 036\ 54T - 0.000\ 000\ 126\ 73T^2 - 0.000\ 000\ 000\ 14T^3$$

$$\alpha = 1.000\ 001\ 0178$$

Таблица 6

Гелиоцентрические координаты Марса 2001 г.

Дата	0 ^b барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Янв. -9	°	°							
11	177.559	+ 1.458	1.65408	-1.65205	+0.04789	+0.06663	+0.139	-0.004	-0.006
31	186.472	1.264	1.64263	1.63177	-0.18424	-0.04039	0.141	+0.016	+0.003
Февр. 20	195.528	1.035	1.62765	1.56798	0.41143	0.14632	0.139	0.036	0.013
Март 12	204.771	0.776	1.60946	1.46124	0.62731	0.24822	0.134	0.057	0.023
Апр. 1	214.240	0.489	1.58847	1.31311	0.82539	0.34308	0.125	0.079	0.033
21	223.978	+ 0.180	1.56518	-1.12631	-0.99910	-0.42780	+0.112	+0.100	+0.043
Май 11	234.020	- 0.144	1.54021	0.90486	1.14199	0.49933	0.095	0.119	0.052
31	244.402	0.474	1.51428	0.65423	1.24794	0.55470	0.072	0.137	0.061
Июнь 20	255.148	0.799	1.48823	0.38143	1.31143	0.59119	0.044	0.152	0.069
Июль 10	266.274	1.106	1.46299	-0.09505	1.32795	0.60651	+0.012	0.162	0.074
30	277.780	- 1.379	1.43953	+0.19481	-1.29443	-0.59897	-0.025	+0.166	+0.077
Авг. 19	289.647	1.603	1.41889	0.47689	1.20975	0.56776	0.064	0.162	0.076
Сент. 8	301.836	1.762	1.40204	0.73920	1.07517	0.51312	0.102	0.149	0.071
28	314.282	1.842	1.38982	0.96985	0.89465	0.43656	0.138	0.127	0.062
Окт. 18	326.901	1.834	1.38289	1.15790	0.67489	0.34085	0.167	0.097	0.049
Нояб. 7	339.595	- 1.738	1.38165	+1.29436	-0.42509	-0.22996	-0.187	+0.062	+0.033
27	352.257	1.557	1.38615	1.37301	-0.15630	-0.10880	0.197	+0.022	+0.016
Дек. 17	4.785	1.303	1.39615	1.39093	+0.11944	+0.01718	0.195	-0.017	-0.002
37	17.086	0.993	1.41110	1.34862	0.39006	0.14245	0.183	0.053	0.019
	29.092	- 0.647	1.43022	+1.24970	+0.64438	+0.26177	-0.163	-0.084	-0.034

Средние элементы орбиты Марса (П. Бретаньон):

$$\lambda = 355^{\circ}.432\,999\,58 + 68\,910\,107''.2097T + 1''.1180T^2 + 0''.0001T^3$$

$$\pi = 336^{\circ}.060\,233\,95 + 6627''.7616T + 0''.4852T^2 + 0''.0019T^3$$

$$\Omega = 49^{\circ}.558\,093\,21 + 2779''.5453T + 0''.0561T^2 + 0''.0082T^3$$

$$i = 1^{\circ}.849\,726\,48 - 2''.1639T + 0''.0459T^2$$

$$e = 0.093\,400\,6477 + 0.000\,090\,484\,38T - 0.000\,000\,080\,64T^2 - 0.000\,000\,000\,25T^3$$

$$\alpha = 1.523\,679\,3419 + 0.000\,000\,000\,03T$$

Таблица 7

Гелиоцентрические координаты Юпитера 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
	°	°							
Янв. -9	68.2564	-0.6961	5.04307	+1.86809	+4.32178	+1.80694	-16.460	-38.081	-15.922
11	70.0211	0.6618	5.04903	1.72501	4.37652	1.83389	15.146	38.427	16.102
31	71.7815	0.6269	5.05512	1.58035	4.42722	1.85915	13.826	38.732	16.265
Февр. 20	73.5375	0.5916	5.06133	1.43424	4.47387	1.88270	12.501	38.996	16.410
Март 12	75.2892	0.5558	5.06767	1.28682	4.51643	1.90453	11.174	39.219	16.538
Апр. 1	77.0365	-0.5196	5.07412	+1.13823	+4.55487	+1.92463	-9.846	-39.403	-16.649
21	78.7792	0.4829	5.08067	0.98862	4.58919	1.94298	8.519	39.546	16.743
Май 11	80.5174	0.4460	5.08733	0.83811	4.61937	1.95958	7.194	39.650	16.820
31	82.2509	0.4087	5.09408	0.68684	4.64538	1.97442	5.872	39.715	16.880
Июнь 20	83.9798	0.3711	5.10093	0.53497	4.66724	1.98748	4.555	39.742	16.923
Июль 10	85.7041	-0.3333	5.10785	+0.38261	+4.68494	+1.99878	-3.245	-39.730	-16.950
30	87.4236	0.2954	5.11485	0.22992	4.69846	2.00830	1.942	39.682	16.961
Авг. 19	89.1384	0.2572	5.12192	+0.07702	4.70783	2.01604	-0.648	39.596	16.956
Сент. 8	90.8484	0.2189	5.12905	-0.07594	4.71305	2.02200	+0.636	39.475	16.936
28	92.5536	0.1806	5.13623	0.22884	4.71414	2.02618	1.909	39.319	16.900
Окт. 18	94.2541	-0.1422	5.14346	-0.38154	+4.71110	+2.02860	+3.169	-39.128	-16.848
Нояб. 7	95.9497	0.1037	5.15074	0.53390	4.70396	2.02925	4.416	38.903	16.783
27	97.6406	0.0653	5.15805	0.68580	4.69274	2.02814	5.648	38.646	16.702
Дек. 17	99.3266	-0.0270	5.16539	0.83711	4.67747	2.02528	6.864	38.356	16.608
37	101.0078	+0.0113	5.17275	-0.98770	+4.65818	+2.02068	+8.065	-38.035	-16.499

Средние элементы орбиты Юпитера (П. Бретаньон):

$$\lambda = 34^{\circ}.351\,518\,74 + 10\,930\,689''.9895T + 1''.8039T^2 + 0''.0001T^3$$

$$\pi = 14^{\circ}.331\,206\,87 + 5805''.4866T + 3''.7095T^2 - 0''.0161T^3$$

$$\Omega = 100^{\circ}.464\,407\,02 + 3675''.5187T + 1''.4513T^2 + 0''.0015T^3$$

$$i = 1^{\circ}.303\,266\,98 - 19''.7874T + 0''.0168T^2$$

$$e = 0.048\,497\,9255 + 0.000\,163\,225\,42T - 0.000\,000\,471\,37T^2 - 0.000\,000\,002\,01T^3$$

$$\alpha = 5.202\,603\,2092 + 0.000\,000\,191\,32T - 0.000\,000\,000\,04T^2$$

Таблица 8

Гелиоцентрические координаты Сатурна 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, R	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
	°	°							
Янв. -9	58.6706	- 2.0355	9.11518	+4.73651	+7.26790	+2.79815	- 2.116	- 3.247	- 1.250
11	59.4045	2.0170	9.11182	4.63481	7.31919	2.82371	2.073	3.274	1.263
31	60.1389	1.9982	9.10852	4.53237	7.36933	2.84882	2.029	3.300	1.276
Февр. 20	60.8738	1.9791	9.10528	4.42921	7.41830	2.87349	1.985	3.325	1.288
Март 12	61.6092	1.9597	9.10210	4.32536	7.46611	2.89770	1.941	3.350	1.300
Апр. 1	62.3451	- 1.9399	9.09897	+4.22082	+7.51273	+2.92146	- 1.896	- 3.375	- 1.312
21	63.0815	1.9197	9.09592	4.11562	7.55816	2.94475	1.851	3.398	1.324
Май 11	63.8184	1.8993	9.09292	4.00976	7.60240	2.96758	1.805	3.422	1.336
31	64.5557	1.8785	9.08999	3.90327	7.64543	2.98993	1.758	3.444	1.347
Июнь 20	65.2935	1.8574	9.08712	3.79615	7.68726	3.01182	1.712	3.467	1.358
Июль 10	66.0317	- 1.8359	9.08432	+3.68844	+7.72786	+3.03322	- 1.665	- 3.488	- 1.369
30	66.7704	1.8142	9.08158	3.58013	7.76723	3.05414	1.617	3.509	1.380
Авг. 19	67.5095	1.7921	9.07890	3.47126	7.80537	3.07458	1.570	3.529	1.390
Сент. 8	68.2490	1.7697	9.07630	3.36183	7.84227	3.09453	1.521	3.549	1.400
28	68.9889	1.7470	9.07376	3.25187	7.87791	3.11398	1.473	3.568	1.410
Окт. 18	69.7293	- 1.7241	9.07128	+3.14138	+7.91231	+3.13294	- 1.424	- 3.587	- 1.420
Нояб. 7	70.4700	1.7008	9.06888	3.03040	7.94543	3.15140	1.375	3.605	1.430
27	71.2110	1.6772	9.06654	2.91893	7.97730	3.16935	1.325	3.622	1.439
Дек. 17	71.9525	1.6533	9.06428	2.80700	8.00788	3.18680	1.275	3.638	1.448
37	72.6942	- 1.6291	9.06208	+2.69462	+8.03719	+3.20374	- 1.225	- 3.654	- 1.457

Средние элементы орбиты Сатурна (П. Бретаньон):

$$\lambda = 50^{\circ}.077\,444\,30 + 4404\,639''.8470T + 1''.8687T^2 - 0''.0001T^3$$

$$\pi = 93^{\circ}.057\,237\,48 + 7069''.5407T + 3''.0151T^2 + 0''.0177T^3$$

$$\Omega = 113^{\circ}.665\,502\,52 + 3157''.5169T - 0''.4383T^2 - 0''.0081T^3$$

$$i = 2^{\circ}.488\,878\,78 - 13''.4504T - 0''.0547T^2 + 0''.0003T^3$$

$$e = 0.055\,548\,1426 - 0.000\,346\,640\,62T - 0.000\,000\,643\,64T^2 + 0.000\,000\,003\,40T^3$$

$$\alpha = 9.554\,909\,1915 - 0.000\,002\,138\,96T + 0.000\,000\,000\,44T^2$$

Таблица 9

Гелиоцентрические координаты Урана 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
	°	°							
Янв. -29	320.060	- 0.706	19.9552	+15.2990	-11.6550	- 5.3211	-0.397	+0.302	+0.138
11	320.494	0.708	19.9587	15.3981	11.5502	5.2766	0.399	0.300	0.137
Февр. 20	320.927	0.711	19.9622	15.4962	11.4448	5.2318	0.402	0.297	0.136

Окончание табл. 9

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Апр. 1	°	°							
Май 11	321.359	0.713	19.9656	15.5935	11.3387	5.1867	0.404	0.294	0.134
	321.792	0.715	19.9690	15.6898	11.2319	5.1413	0.406	0.291	0.133
Июнь 20	322.224	- 0.717	19.9723	+15.7852	-11.1245	- 5.0956	-0.409	+0.288	+0.132
Июль 30	322.657	0.720	19.9756	15.8797	11.0165	5.0496	0.411	0.285	0.131
Сент. 8	323.089	0.722	19.9789	15.9732	10.9078	5.0034	0.413	0.282	0.129
Окт. 18	323.521	0.724	19.9821	16.0657	10.7984	4.9568	0.415	0.279	0.128
Нояб. 27	323.952	0.726	19.9852	16.1573	10.6885	4.9099	0.417	0.276	0.127
Дек. 37	324.384	- 0.728	19.9884	+16.2479	-10.5779	- 4.8628	-0.420	+0.273	+0.126

Средние элементы орбиты Урана (П. Бретаньон):

$$\lambda = 314^{\circ}.055\ 005\ 11 + 1547\ 510''.6020T + 1''.0940T^2 + 0''.0001T^3$$

$$\pi = 173^{\circ}.005\ 291\ 06 + 5350''.9643T + 0''.7706T^2 + 0''.0016T^3$$

$$\Omega = 74^{\circ}.005\ 957\ 01 + 1876''.0599T + 4''.8221T^2 + 0''.0665T^3$$

$$i = 0^{\circ}.773\ 196\ 89 + 2''.7878T + 0''.1350T^2 - 0''.0003T^3$$

$$e = 0.046\ 381\ 2221 - 0.000\ 027\ 292\ 93T + 0.000\ 000\ 078\ 91T^2 + 0.000\ 000\ 000\ 24T^3$$

$$\alpha = 19.218\ 446\ 0618 - 0.000\ 000\ 037T + 0.000\ 000\ 000\ 98T^2$$

Таблица 10

Гелиоцентрические координаты Нептуна 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экватори- альные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Янв. -29	°	°							
11	305.927	+ 0.181	30.1088	+17.6666	-22.4068	- 9.6110	-0.159	+0.201	+0.086
	306.166	0.173	30.1075	17.7670	22.3367	9.5848	0.160	0.201	0.086
Февр. 20	306.404	0.166	30.1061	17.8670	22.2662	9.5584	0.161	0.200	0.086
Апр. 1	306.642	0.159	30.1048	17.9668	22.1953	9.5319	0.161	0.199	0.086
Май 11	306.880	0.151	30.1034	18.0663	22.1241	9.5052	0.162	0.199	0.085
Июнь 20	307.118	+ 0.144	30.1021	+18.1654	-22.0525	- 9.4784	-0.163	+0.198	+0.085
Июль 30	307.356	0.137	30.1008	18.2642	21.9806	9.4514	0.164	0.198	0.085
Сент. 8	307.595	0.129	30.0995	18.3627	21.9082	9.4242	0.165	0.197	0.085
Окт. 18	307.833	0.122	30.0982	18.4609	21.8355	9.3969	0.166	0.196	0.084
Нояб. 27	308.071	0.115	30.0969	18.5588	21.7625	9.3695	0.167	0.196	0.084
Дек. 37	308.309	+ 0.107	30.0956	+18.6563	-21.6891	- 9.3419	-0.168	+0.195	+0.084

Средние элементы орбиты Нептуна (П. Бретаньон):

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 304^{\circ}.348\,665\,48 + 791\,579''.9133T + 1''.1118T^2 + 0''.0001T^3 \\
 \pi &= 48^{\circ}.120\,275\,54 + 5134''.6644T + 1''.3836T^2 + 0''.0001T^3 \\
 \Omega &= 131^{\circ}.784\,057\,02 + 3967''.9342T + 0''.9343T^2 - 0''.0023T^3 \\
 i &= 1^{\circ}.769\,952\,59 - 33''.5094T - 0''.0255T^2 + 0''.0001T^3 \\
 e &= 0.009\,455\,7470 + 0.000\,006\,032\,63T + 0T^2 - 0.000\,000\,000\,05T^3 \\
 \alpha &= 30.110\,386\,8694 - 0.000\,000\,166\,35T + 0.000\,000\,000\,69T^2
 \end{aligned}$$

Таблица 11

Гелиоцентрические координаты Плутона 2001 г.

Дата	0 ^h барицентрического динамического времени								
	Гелио- центрич. долгота J2000.0	Гелио- центрич. широта J2000.0	Радиус- вектор, r	Гелиоцентрические экваториальные координаты (J2000.0)			Компоненты притяжения (J2000.0)		
				x	y	z	X	Y	Z
Янв. -29 11	о 252.717	о +10.657	30.3273	-8.8546	-28.3411	-6.1748	0.000	0.000	0.000
	252.974	10.596	30.3403	8.7321	28.3820	6.2245	0.000	0.000	0.000
Февр. 20	253.231	10.534	30.3534	8.6095	28.4225	6.2742	0.000	0.000	0.000
Апр. 1	253.488	10.473	30.3666	8.4868	28.4625	6.3237	0.000	0.000	0.000
Май 11	253.745	10.412	30.3800	8.3639	28.5021	6.3732	0.000	0.000	0.000
Июнь 20	254.001	+10.350	30.3934	-8.2409	-28.5412	-6.4225	0.000	0.000	0.000
Июль 30	254.256	10.288	30.4070	8.1177	28.5798	6.4718	0.000	0.000	0.000
Сент. 8	254.512	10.226	30.4208	7.9944	28.6180	6.5209	0.000	0.000	0.000
Окт. 18	254.767	10.164	30.4346	7.8710	28.6557	6.5700	0.000	0.000	0.000
Нояб. 27	255.022	10.102	30.4486	7.7475	28.6929	6.6189	0.000	0.000	0.000
Дек. 37	255.276	+10.040	30.4627	-7.6238	-28.7297	-6.6677	0.000	0.000	0.000

1.5. ПЛАНЕТНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ И ДРУГИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Таблица 12

Планетные конфигурации и другие астрономические явления 2001 г.

Дата		Явления	Дата		Явления
Янв. 4 6 6 9 13 17 17 20 20 22 24	h 8.9 1.3 13.8 20.3 17.1 5.9 20.2 0.3 9.5 17.5 13.1	☉ в перигее ♂ ☾ ♀ 2° N ♀ ☾ ♀ 3° N Полное затмение ☾ ♂ ☾ ♀ 2° S ♀ в элонгации 47° E ♂ ☾ ♀ 4° S Долгота ☉ 300°, вступает в знак ♊ ♂ ☾ ♀ 8° N ♀ ☾ ♂ 0° 4 S Новолуние	Янв. 25 25 25 26 26 28 28 Февр. 2 2 3 9 13	h 14.7 15.7 18.8 3.2 3.9 13.5 14.4 9.6 22.1 11.9 12.3 0.3	♀ в стоянии по прям. восх. ♂ в стоянии по прям. восх. ♂ ☾ ♀ 2° N ♀ ☾ ♀ 3° N ♂ ☾ ♀ ♀ в элонгации 18° E ♀ ☾ ♀ 6° N ♂ ☾ ♀ 2° N ♀ ☾ ♀ 3° N ♀ в стоянии по прям. восх. ♂ ☾ ♀ ♀ ☾ ♀, нижнее

Продолжение табл. 12

Дата		Явления	Дата		Явления
		h			h
Февр.	15	9.5	Май	20	23.7
	16	16.8		22	4.4
	18	14.5		23	2.8
	20	23.5		24	7.2
	21	15.8		24	19.4
	22	0.7		25	12.6
	23	8.4		29	22.0
	25	1.4	Июнь	4	5.4
	26	8.0		4	11.8
	Март 1	18.1		6	0.6
Март	2	8.6		6	19.3
	7	10.5		8	4.4
	10	11.0		10	7.9
	11	6.0		11	16.0
	15	20.6		13	17.8
	16	0.9		14	12.6
	18	21.8		16	13.4
	20	7.8		17	22.5
	20	13.5		19	21.6
				21	7.6
Апр.	20	22.1	Июль	21	12.0
	21	13.6		21	12.1
	22	18.3		21	22.9
	25	1.3		28	6.8
	29	3.8		3	6.0
	29	21.4		3	10.1
	30	4.3		4	13.6
	6	21.1		5	14.9
	12	9.5		7	14.0
	13	1.8		8	22.2
Май	16	16.3		9	16.9
	17	16.5		12	22.5
	17	23.2		15	5.0
	20	0.6		Июль 7	13.2
	20	19.8		17	17.7
	23	9.4		19	0.1
	23	15.4		19	13.2
	25	15.7		19	22.7
	26	13.0		20	19.7
	4	17.7		22	18.4
Май	7	16.5	Авг.	30	10.7
	9	17.7		30	11.8
	10	19.3		30	13.6
	11	2.4		3	19.0
	11	15.3		5	2.8
	14	0.5		5	21.8
	15	8.2		6	0.0
	16	17.1		14	2.8
	19	9.1		15	15.4

Окончание табл. 12

Дата		Явления	Дата		Явления
	h			h	
Авг. 15	19.8	$\zeta \sigma \zeta 00.4 S$	Окт. 24	11.8	$\psi \sigma \psi 3^0 N$
16	12.6	$\varphi \sigma \varphi 2^0 S$	25	17.3	$\delta \sigma \delta 3^0 N$
19	2.9	Новолуние	29	16.3	φ в элонгации $19^0 W$
19	23.2	$\varphi \sigma \varphi 4^0 S$	31	4.4	δ в стоянии по прям. восх.
23	1.5	Долгота $\odot 150^0$, вступает в знак η	Нояб. 2	17.0	ζ в стоянии по прям. восх.
25	6.6	φ в стоянии по прям. восх.	3	22.5	$\zeta \sigma \zeta 1^0 S$
26	16.4	$\varphi \sigma \varphi 9^0 N$	4	17.8	$\sigma \sigma \psi \sigma 2^0 S$
27	12.4	$\sigma \sigma \sigma 5^0 S$	6	7.2	$\zeta \sigma \zeta 2^0 S$
30	23.6	$\psi \sigma \psi 3^0 N$	14	1.7	$\varphi \sigma \varphi 3^0 S$
Сент. 1	6.7	$\delta \sigma \delta 3^0 N$	15	6.7	Новолуние
10	12.9	$\zeta \sigma \zeta 00.2 S$	16	21.9	$\varphi \sigma \varphi 9^0 N$
12	12.4	$\zeta \sigma \zeta 1^0 S$	20	20.7	$\psi \sigma \psi 3^0 N$
15	6.7	$\varphi \sigma \varphi 3^0 S$	21	19.4	$\sigma \sigma \sigma 3^0 N$
17	10.5	Новолуние	22	1.6	$\delta \sigma \delta 4^0 N$
18	22.2	φ в элонгации $27^0 E$	22	6.0	Долгота $\odot 240^0$, вступает в знак γ
19	2.4	$\varphi \sigma \varphi 8^0 S$	26	10.3	$\sigma \sigma \delta \sigma 1^0 S$
22	23.1	Долгота $\odot 180^0$, вступает в знак Ω	Дек. 1	2.2	$\zeta \sigma \zeta 00.5 S$
		Начало осени	3	10.8	$\zeta \sigma \zeta 2^0 S$
23	0.2	$\varphi \sigma \varphi 9^0 N$	4	14.2	$\zeta \sigma \odot$
25	0.6	$\sigma \sigma \sigma 2^0 S$	7	2.2	$\varphi \sigma \odot$, верхнее
27	3.0	ζ в стоянии по прям. восх.	7	3.9	$\varphi \sigma \varphi 11^0 S$
27	4.9		14	20.8	$\varphi \sigma \odot$
28	11.2	$\psi \sigma \psi 3^0 N$	14	20.9	Новолуние
Окт. 1	19.8	$\delta \sigma \delta 3^0 N$			Кольцеобразное затмение $\odot$
7	18.9	φ в стоянии по прям. восх.	15	12.1	$\varphi \sigma \varphi 10^0 S$
10	0.3	$\zeta \sigma \zeta 1^0 S$	18	6.6	$\psi \sigma \psi 4^0 N$
14	1.7	$\zeta \sigma \zeta 1^0 S$	19	11.5	$\delta \sigma \delta 4^0 N$
15	2.2	$\varphi \sigma \odot$, нижнее	20	20.4	$\sigma \sigma \sigma 4^0 N$
16	19.4	$\varphi \sigma \varphi 4^0 S$	21	19.4	Долгота $\odot 270^0$, вступает в знак γ
17	23.2	Новолуние			Начало зимы
20	10.4	ψ в стоянии по прям. восх.	28	8.0	$\zeta \sigma \zeta 00.2 S$
22	11.2	$\varphi \sigma \varphi 9^0 N$	30	10.5	Полутеневое затмение σ
23	8.4	φ в стоянии по прям. восх.	30	14.0	$\zeta \sigma \zeta 1^0 S$
		Долгота $\odot 210^0$, вступает в знак η			
23	20.1	$\sigma \sigma \sigma 00.1 N$			

1.6. ЗАТМЕНИЯ

1.6.1. Полное лунное затмение 09 января 2001 г.

Начало затмения будет видимо в Австралии, Тихом океане, Японии, Азии, Индийском океане, Европе, Африке (кроме западной), Гренландии.

Конец затмения видим в Азии (кроме Курильских островов, Японии, Филиппин, восточной части Индийского океана), Европе, Африке, Атлантическом океане, восточной части Северной и Южной Америки.

Обстоятельства затмения:

h m s

Вступление Луны в полутень

январь 09,

17 43 28 UT

Начало частного затмения	18 42 00 UT
Начало полного затмения	19 49 29 UT
Момент наибольшей фазы	20 20 30 UT
Конец полного затмения	20 51 31 UT
Конец частного затмения	21 59 01 UT
Выход Луны из полутени	22 57 31 UT

1.6.2. Полное солнечное затмение 21 июня 2001 г.

Первое полное солнечное затмение третьего тысячелетия будет видимо изнутри узкого коридора, который пересекает Южное Полушарие. Путь полной тени Луны начинается в Южной Атлантике, пересекает южную Африку и Мадагаскар и заканчивается в Индийском океане. Частичное затмение будет видимо в восточной части Южной Америки и южных двух третях Африки.

Затмение начинается в Южной Атлантике приблизительно 400 км к юго-востоку от Уругвая. Продолжительность его $2^m 6^s$ и ширина 127 км. В течение следующих двух часов полная тень пересекает поперек Южную Атлантику. Момент полной фазы затмения наступает в $12^h 03^m 41^s$ UT, когда ось тени Луны проходит ближе всего к центру Земли ($\gamma = -0.570$). В этот момент максимальная продолжительность полного затмения $4^m 56^s$, ширина пути — 200 км и скорость полной тени — 0.554 км/с. Полное затмение будет наблюдаться узкой полосой в Анголе, Зимбабве, Мозамбике и на острове Мадагаскар. Наиболее благоприятные обстоятельства затмения происходят в море приблизительно 1100 км к западу от Южно-атлантической береговой линии экваториальной Африки.

Обстоятельства затмения:	h m s
Начало частного затмения	09 33 04.0 UT
Начало полного затмения	10 35 19.3 UT
Момент полной фазы	12 03 41.0 UT
Конец полного затмения	3 31 36.2 UT
Конец частного затмения	14 34 24.5 UT

1.6.3. Частное лунное затмение 05 июля 2001 г.

Начало затмения будет видимо на западном побережье США, крайнем юге Южной Америки, Тихом океане, в Австралии, Японии, на Камчатке, Приморском крае, востоке Китая, в восточной части Индийского океана, в Антарктиде.

Конец затмения видим в западной части Тихого океана, Австралии, Японии, Азии (кроме северных территорий России), восточной и южной части Африки.

Наибольшая величина фазы будет 0.4992.

Обстоятельства затмения:		h m s
Вступление Луны в полутень	июль 05,	12 10 46 UT
Начало частного затмения		13 35 04 UT
Момент наибольшей фазы		14 55 12 UT
Конец частного затмения		16 15 15 UT
Выход Луны из полутени		17 39 40 UT

1.6.4. Кольцевое солнечное затмение 14 декабря 2001 г.

Последнее солнечное затмение 2001 г. Затмение начинается в 19^h08^m UT около Международной Линии Даты приблизительно 3000 км к северо-западу от Гавайских островов. Пятно затмения движется по поверхности Тихого океана на юго-восток и доходит до экватора, затем изгибается к северу и пересекает Центрально-американские страны Коста-Рику и Никарагуа. Конец затмения наступает в 22^h35^m53^s UT в Мексиканском заливе. Наибольшая продолжительность кольцевой фазы в момент полной фазы составляет 3^m 53^s. Частично затмение будет наблюдаться по всей территории Северной Америки и северо-западной части Южной Америки.

Обстоятельства затмения:	h m s
Начало кольцевого затмения	19 08 07.0 UT
Момент полной фазы	20 51 56.0 UT
Конец кольцевого затмения	22 35 52.6 UT

1.6.5. Полутеневое лунное затмение 30 декабря 2001 г.

Начало затмения видимо на Тихом океане, в Японии, в северной и азиатской части России, Северном Ледовитом океане, в западной части Атлантического океана, в Северной и Южной Америке.

Конец затмения видим в Тихом океане (кроме юго-восточной части), Австралии, Японии, Азии (кроме западной части Индии, Ирана и Ближнего Востока), в средней и восточной части европейской территории России, Северном Ледовитом океане, Гренландии, в Северной Америке.

Наибольшая величина фазы будет 0.9190.

Обстоятельства затмения:	h m s
Вступление Луны в полутень	декабрь 30, 08 25 24 UT
Момент наибольшей фазы	10 29 12 UT
Выход Луны из полутени	12 33 06 UT

1.7. ФАЗЫ ЛУНЫ, ВОСХОД И ЗАХОД СОЛНЦА

Описывая внешний вид Луны, обычно говорят о ее фазе. Следует, однако, помнить, что в строгом значении слово «фаза» — это отношение наибольшей ширины серпа Луны к диаметру ее диска. Так, в первой и последней четверти фаза Луны $\Phi = 0.5$, в полнолунии $\Phi = 1$.

Таблица 13

Фазы Луны для г. Минска на 2001 г.

Месяц	Первая четверть	Полнолуние	Последняя четверть	Новолуние	Первая четверть	Полнолуние
	d h m	d h m	d h m	d h m	d h m	d h m
Январь	3 00 32	9 22 24	16 14 35	24 15 07	-	-
Февраль	1 16 02	8 09 12	15 05 24	23 10 21	-	-
Март	3 04 03	9 19 23	16 22 45	25 03 21	-	-
Апрель	1 12 49	8 05 22	15 17 31	23 17 26	30 19 08	-
Май		7 15 53	15 12 11	23 04 46	30 00 09	-

Окончание табл. 13

Месяц	Первая четверть	Полнолуние	Последняя четверть	Новолуние	Первая четверть	Полнолуние
	d h m	d h m	d h m	d h m	d h m	d h m
Июнь	-	6 03 39	14 05 28	21 13 58	28 05 20	-
Июль	-	5 17 04	13 20 45	20 21 44	27 12 08	-
Август	-	4 07 56	12 09 53	19 04 55	25 21 55	-
Сентябрь	-	2 23 43	10 21 00	17 12 27	24 11 31	-
Октябрь	-	2 15 49	10 06 20	16 21 23	24 04 58	-
Ноябрь	-	1 07 41	8 14 21	15 08 40	23 01 21	30 22 49
Декабрь	-	-	7 21 52	14 22 47	22 22 56	30 12 41

Таблица 14

Восход и заход Солнца на 15-е число каждого месяца 2001 г.
для областных центров Беларуси

Брест

Витебск

Дата	Восход	Заход	Прод.дня
Янв.	8 h 27 m	16 h 43 m	8 h 16 m
Февр.	7 41	17 39	9 58
Март	6 40	18 30	11 50
Апр.	6 29	20 23	13 54
Май	5 31	21 13	15 42
Июнь	5 04	21 47	16 43
Июль	5 22	21 39	16 17
Авг.	6 09	20 49	14 40
Сент.	6 59	19 40	12 41
Окт.	7 50	18 31	10 41
Нояб.	7 45	16 34	8 49
Дек.	8 27	16 13	7 46

Дата	Восход	Заход	Прод.дня
Янв.	8 h 16 m	16 h 02 m	7 h 46 m
Февр.	7 22	17 05	9 43
Март	6 15	18 03	11 48
Апр.	5 56	20 04	14 08
Май	4 51	21 02	16 11
Июнь	4 18	21 41	17 23
Июль	4 39	21 30	16 51
Авг.	5 33	20 33	15 00
Сент.	6 31	19 16	12 45
Окт.	7 29	18 00	10 31
Нояб.	7 32	15 55	8 23
Дек.	8 19	15 29	7 10

Гомель

Гродно

Дата	Восход	Заход	Прод.дня
Янв.	7 h 59 m	16 h 12 m	8 h 13 m
Февр.	7 12	17 09	9 57
Март	6 11	18 00	11 49
Апр.	5 59	19 55	13 56
Май	5 00	20 45	15 45
Июнь	4 33	21 20	16 47
Июль	4 52	21 12	16 20
Авг.	5 39	20 21	14 42
Сент.	6 30	19 11	12 41
Окт.	7 21	18 02	10 41
Нояб.	7 17	16 03	8 46
Дек.	8 00	15 42	7 42

Дата	Восход	Заход	Прод.дня
Янв.	8 h 34 m	16 h 35 m	8 h 01 m
Февр.	7 44	17 35	9 49
Март	6 40	18 29	11 49
Апр.	6 25	20 26	14 01
Май	5 24	21 20	15 56
Июнь	4 54	21 57	17 03
Июль	5 14	21 47	16 33
Авг.	6 03	20 54	14 51
Сент.	6 58	19 41	12 43
Окт.	7 52	18 28	10 36
Нояб.	7 51	16 27	8 36
Дек.	8 36	16 04	7 28

Окончание табл. 14

Минск

Могилев

Дата	Восход	Заход	Прод.дня
Янв.	8 ^h 20 ^m	16 ^h 19 ^m	7 ^h 59 ^m
Февр.	7 29	17 19	9 50
Март	6 25	18 14	11 49
Апр.	6 09	20 11	14 02
Май	5 08	21 06	15 58
Июнь	4 38	21 43	17 05
Июль	4 57	21 33	16 36
Авг.	5 48	20 39	14 51
Сент.	6 43	19 26	12 43
Окт.	7 37	18 13	10 36
Нояб.	7 37	16 11	8 34
Дек.	8 22	15 48	7 26

Дата	Восход	Заход	Прод.дня
Янв.	8 ^h 09 ^m	16 ^h 08 ^m	7 ^h 59 ^m
Февр.	7 18	17 08	9 50
Март	6 14	18 03	11 49
Апр.	5 58	20 00	14 02
Май	4 57	20 55	15 58
Июнь	4 27	21 32	17 05
Июль	4 46	21 22	16 36
Авг.	5 37	20 28	14 51
Сент.	6 32	19 15	12 43
Окт.	7 26	18 02	10 36
Нояб.	7 26	16 00	8 34
Дек.	8 11	15 37	7 26

**ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ,
СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ**

T — время
 φ — географическая широта
 λ — географическая долгота
 ° — угловые градусы
 ' — угловые минуты
 " — угловые секунды
 d — сутки
 h — час
 m — минуты
 s — секунды
 UT — всемирное время
 J — юлианский
 JD — юлианская дата
 N — север
 S — юг
 E — запад
 W — восток
 UT — всемирное время
 TDB — барицентрическое дина-
 мическое время
 TDT — земное динамическое время
 ET — эфемеридное время
 ☉ — Солнце
 ☾ — Луна

☿ — Меркурий
 ♀ — Венера
 ♂ — Марс
 ♃ — Юпитер
 ♄ — Сатурн
 ♅ — Уран
 ♆ — Нептун
 ♇ — Плутон
 ♂ — соединение
 ☊ — противостояние
 ♈ — Овен
 ♉ — Телец
 ♊ — Близнецы
 ♋ — Рак
 ♌ — Лев
 ♍ — Дева
 ♎ — Весы
 ♏ — Скорпион
 ♐ — Стрелец
 ♑ — Козерог
 ♒ — Водолей
 ♓ — Рыбы

Перигелий — ближайшая к Солнцу точка орбиты небесного тела.

Афелий – наиболее удаленная от Солнца точка орбиты небесного тела.

Перигей – ближайшая к Земле точка орбиты небесного тела.

Апогей – наиболее удаленная от Земли точка орбиты небесного тела.

Всемирное время. Исчисление времени, связанное с вращением Земли, – основа исчисления гражданского времени. Всемирное время можно определить по наблюдению прохождений светил с известным прямым восхождением через меридиан. Так как скорость вращения Земли испытывает неправильные колебания, всемирное время не представляет собой равномерную временную шкалу.

Динамическое время. Физическая шкала времени, реализуемая, например, с помощью атомных часов. Динамическое время, как и эфемеридное время, представлено равномерной временной шкалой, учитывающей, однако, взаимосвязь пространства и времени в теории относительности. В то время как барицентрическое динамическое время (TDB) представляет собой время в центре масс Солнечной системы, земное динамическое время (TDT) – это время, которое показали бы часы в центре Земли. Время в обеих шкалах отличается друг от друга и от эфемеридного времени всего на несколько микросекунд.

Эфемеридное время. Равномерная временная шкала, используемая для вычисления координат планет, комет и астероидов. Эфемеридное время было введено, чтобы не зависеть от неравномерных и непредсказуемых колебаний вращения Земли – основы исчисления всемирного времени. Разница между всемирным временем (UT) и эфемеридным (ET) по определению равнялась нулю в начале XX в., а в настоящее время составляет около 1 мин.

Гелиоцентрические координаты. Координаты относительно центра Солнца.

Эклиптические координаты. Положение светила по отношению к эклиптике определяется долготой, широтой и соответствующим равноденствием. Эклиптическая долгота отсчитывается от точки весеннего равноденствия по эклиптике к востоку. Эклиптическая широта – угол между светилом и эклиптикой, отсчитываемый в направлении, перпендикулярном эклиптике.

Экваториальные координаты. Координаты относительно экватора (прямое восхождение и склонение).

Элонгация. Угол, под которым наблюдатель видит два светила.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы по результатам проведенной работы:

- астрономические расчеты производятся на год вперед;
- точность расчета астрономических явлений соответствует точности расчетов ИТА, ИПА;
- информация об астрономических явлениях своевременно представлялась по запросам в заинтересованные учреждения и организации.

Результаты данной работы могут быть использованы также в высших учебных заведениях, где преподается астрономия, геофизика и геодезия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ловгач В. Выходит ли в Беларуси Солнце по московскому времени? // Вечерний Минск. 2001. 11 янв. С. 3.
2. Астрономический ежегодник СССР на 1993 год. Л., 1991.