

Н.В.Емельянов

**ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ
НА ОСНОВЕ НАБЛЮДЕНИЙ**

ГАИШ МГУ - 2019

ОРБИТАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ

Орбитальные параметры спутников Марса

Таблица П2.1: Средние орбитальные параметры спутников Марса. Интервал времени 2000–2040 годы. Наклон орбиты отсчитывается от экватора Марса. Периоды обращения вычислены по среднему значению оскулирующего среднего движения. Данные получены с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT.

Спут- ник	Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
Фобос	9378.536	0.01511286	1.076095	0.319155947
Деймос	23458.954	0.00027719	2.041303	1.2625928067

Таблица П2.2: Орбитальное ускорение Фобоса. Во второй колонке дается величина $\frac{1}{2} \frac{dn}{dt}$, где n — среднее движение Фобоса.

Ссылка на источник	Орбитальное ускорение, 10^{-5} град /год ²
Jacobson et al., 1989	124.9 ± 1.8
Emelyanov et al., 1993	129.0 ± 1.0
Bills et al., 2005	136.7 ± 0.6
Lainey et al., 2007	127.0 ± 1.5

Орбитальные параметры спутников Юпитера

Таблица П2.3: Средние орбитальные параметры Галилеевых спутников Юпитера. Интервал времени 2000–2040 годы. Наклон орбиты отсчитывается от экватора Юпитера. Периоды обращения вычислены по среднему значению оскулирующего среднего движения. Данные получены с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT.

Спутник	Б. полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, градусы	Период, сут.
J1 Ио	421942.424	0.00416355	0.036917	1.770620604
J2 Европа	671122.114	0.00936389	0.467883	3.551834882
J3 Ганимед	1070399.250	0.00196240	0.147563	7.154143807
J4 Каллисто	1882744.546	0.00728706	0.249848	16.689013764

Таблица П2.4: Средние орбитальные параметры близких спутников Юпитера. Наклон орбиты отсчитывается от экватора Юпитера. Взяты параметры прецессирующего эллипса, уточненные в работе (Емельянов, 2015) по модели движения спутников (Jacobson, 2013). Периоды даны для средней долготы.

Спутник	Б. полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, градусы	Период, сут.
J5 Амальтея	181365.552	0.00342600	0.376187	0.4981790697
J14 Теба	221888.173	0.01753195	1.071790	0.6745359075
J15 Адрастея	128979.903	0.00018093	0.012926	0.2982604262
J16 Метис	127978.860	0.00050486	0.012230	0.2947788040

Таблица П2.5: Средние орбитальные параметры далеких спутников Юпитера на интервале времени с 1600 по 2600 год (Brozovic, Jacobson, 2017). Наклон орбиты отсчитывается от эклиптики эпохи J2000.

Спутник	Б. полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, градусы	Период, сут.
J6 Гималия	11460200	0.159	28.61	250.56
J7 Элара	11740300	0.211	27.94	259.64

Спут- ник	Б. полу-, ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
J8 Пасифе	23629100	0.406	151.41	743.61
J9 Синопе	23942000	0.255	158.19	758.89
J10 Лиситея	11717000	0.116	27.66	259.20
J11 Карме	23400500	0.255	164.99	734.17
J12 Ананке	21253700	0.233	148.69	629.80
J13 Леда	11164400	0.162	27.88	240.93
J17 Каллирое	24098900	0.280	147.08	758.82
J18 Фемисто	7503900	0.243	42.98	130.02
J19 Мегаклите	23813900	0.416	152.78	752.88
J20 Тайгете	23362900	0.252	165.25	732.41
J21 Халдене	23180600	0.250	165.16	723.73
J22 Гарпалике	21106100	0.230	148.76	623.32
J23 Калике	23564600	0.247	165.12	742.04
J24 Иокасте	21272000	0.215	149.41	631.60
J25 Эриноме	23285900	0.266	164.91	728.49
J26 Исоное	23231200	0.247	165.25	726.26
J27 Праксидике	21147700	0.227	148.88	625.39
J28 Автоное	24037200	0.315	152.37	761.01
J29 Тионе	21197200	0.231	148.59	627.19
J30 Гермиппе	21297100	0.210	150.74	633.91
J31 Этне	23316700	0.263	165.05	730.12
J32 Эвридоме	23146200	0.275	150.27	717.31
J33 Эванте	21039000	0.232	148.92	620.45
J34 Эвпорие	19336200	0.144	145.74	550.69
J35 Оргозие	21158200	0.281	146.00	622.58
J36 Спонде	23790100	0.311	151.00	748.32
J37 Кале	23305800	0.260	164.94	729.61
J38 Пазите	23091500	0.268	165.12	719.47
J39 Гегемоне	23574700	0.344	154.16	739.82
J40 Мнеме	21033000	0.226	148.58	620.05
J41 Аойде	23974100	0.432	158.27	761.40
J42 Тельксиное	21159700	0.220	151.39	628.03
J43 Архе	23352000	0.249	165.01	731.90

Спут- ник	Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
J44 Каллихоре	23276300	0.251	165.10	728.24
J45 Гелике	21065500	0.150	154.84	626.33
J46 Карпо	17056600	0.432	51.62	456.28
J47 Эвкеладе	23322700	0.262	165.26	730.33
J48 Киллене	23799600	0.415	150.33	751.98
J49 Коре	24481800	0.331	145.17	776.84
J50 Герсе	23407900	0.254	164.96	734.52
J51 2010 J1	23448500	0.249	165.10	736.50
J52 2010 J2	21004200	0.227	148.67	618.85
J53 Дия	12297500	0.232	28.63	278.21
2003 J2	28348600	0.410	157.29	980.59
J60 2003 J3	20210000	0.197	147.63	583.84
2003 J4	23928700	0.362	149.59	755.25
J57 2003 J5	23424100	0.251	165.24	735.40
2003 J9	23334700	0.266	165.03	730.93
2003 J10	22862300	0.475	168.79	719.55
2003 J12	17818600	0.491	151.08	489.67
J58 2003 J15	22565200	0.191	146.90	689.79
2003 J16	21089700	0.228	148.74	622.89
J55 2003 J18	20491400	0.090	146.20	598.14
2003 J19	23545900	0.256	165.13	741.03
2003 J23	23601700	0.276	146.51	734.64
2011 J1	23444400	0.253	165.34	736.33
J56 2011 J2	23124300	0.349	153.60	718.40
J54 2016 J1	20595500	0.140	139.84	603.83
J59 2017 J1	23484000	0.397	149.20	735.21

Орбитальные параметры спутников Сатурна

Таблица П2.6: Средние орбитальные параметры главных спутников Сатурна. Интервал времени 2000–2040 годы. Наклон орбиты отсчитывается от экватора Сатурна. Периоды обращения вычислены по среднему значению оскулирующего среднего движения. Данные получены с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT.

Спутник	Б. полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, градусы	Период, сут.
S1 Мимас	186021.35	0.01967966	1.572785	0.94735329
S2 Энцелад	238412.62	0.00485416	0.008796	1.37455344
S3 Тефия	294976.58	0.00103366	1.091441	1.89168521
S4 Диона	377652.23	0.00224433	0.029095	2.74034631
S5 Рея	527235.48	0.00100497	0.334693	4.52036866
S6 Титан	1221952.96	0.02869581	0.404763	15.94770268
S7 Гиперион	1481540.33	0.10594669	1.010876	21.29278135
S8 Япет	3561752.42	0.02839588	15.754312	79.37108889

Таблица П2.7: Средние орбитальные параметры близких соорбитальных спутников Сатурна. Наклон орбиты отсчитывается от экватора Сатурна. Для спутников S10 Янус и S11 Эпиметей параметры взяты из работы (Nicholson et al., 1992). Для спутников S12 Елена, S13 Телесто, S14 Калипсо средние элементы получены с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT на интервале времени 2000–2040 годы. При этом периоды не определялись, поскольку спутники являются соорбитальными соответствующим главным спутникам.

Спутник	Б. полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, градусы	Период, сут.
S10 Янус	152026.525	0.00666424	0.148003	0.69991748
S11 Эпиметей	152026.525	0.00989707	0.326212	0.69991748
S12 Елена	377557.343	0.00759738	0.212697	(S4 Диона)
S13 Телесто	294904.096	0.00120295	1.180305	(S3 Тефия)
S14 Калипсо	294903.047	0.00125402	1.500476	(S3 Тефия)

Таблица П2.8: Средние орбитальные параметры близких спутников Сатурна S15 – S18, S32 – S35, S49, S53. Наклон орбиты отсчитывается от экватора Сатурна. Периоды соответствуют средним долготам. Параметры орбиты взяты из работы (Jacobson et al., 2008), кроме спутника S49 Анфа, для которого параметры взяты из работы (Cooper et al. 2008). Данные для спутника S53 Эгеон взяты из публикации (Pogso, 2009).

Спут- ник	Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
S15 Атлас	137670.0	0.0012	0.0031	0.60169240
S16 Прометей	139380.0	0.0022	0.0075	0.61299003
S17 Пандора	141710.0	0.0042	0.0507	0.62850414
S18 Пан	133584.0	0.0000144	0.0001	0.57505072
S32 Метона	194230.0	0.000	0.0131	1.00957630
S33 Паллена	212280.0	0.004	0.1813	1.15374576
S34 Полидевк	377200.0	0.0192	0.1774	2.73691945
S35 Дафнис	136505.5	0.0000331	0.0036	0.59407983
S49 Анфа	197655.0	0.0012	0.0170	1.03644246
S53 Эгеон	167500.0	0.0002	0.0010	0.80812000

Таблица П2.9: Средние орбитальные параметры далеких спутников Сатурна. Интервал времени 2000–2022 годы. Наклон орбиты отсчитывается от эклиптики эпохи J2000. Периоды обращения вычислены по среднему значению оскулирующего среднего движения. Данные вычислены с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT.

Спут- ник	Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
S9 Феба	12929039.9	0.1606324	173.09509	548.85427
S19 Имир	22962695.0	0.3488370	172.55711	1298.51677
S20 Палиак	14996742.1	0.4823732	45.14496	685.63343
S21 Тарвос	18216574.2	0.5733807	36.71391	917.70613
S22 Иджирак	11344466.9	0.3743473	49.50231	451.11541
S23 Суттунг	19395933	0.1185987	174.32725	1008.36326
S24 Кивиок	11307200	0.1551990	48.85463	448.89544
S25 Мундилфари	18590897	0.2077999	169.41758	946.26206

Спут- ник	Б. полу-, ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
S26 Альбиорикс	16327637	0.5436476	35.84246	778.83551
S27 Скади	15576511	0.2444519	148.86319	725.77430
S28 Эррипо	17511661	0.5221874	38.16016	865.00410
S29 Сиарнак	17881078	0.4581336	45.78317	892.57443
S30 Трюм	20319707	0.4781182	174.49251	1081.10795
S31 Нарви	19283228	0.2933297	137.56415	999.63191
S36 Эгир	20644613	0.2591989	167.45641	1107.19916
S37 Бефинд	17030786	0.3786360	41.56639	829.68887
S38 Бергельмир	19270288	0.1341646	158.02409	998.60492
S39 Бестла	20340498	0.6733796	145.68311	1082.82684
S40 Фарбаути	20291660	0.2102589	157.06470	1078.98982
S41 Фенрир	22332629	0.1316001	163.36678	1245.61873
S42 Форньот	24952935	0.2031598	167.71320	1470.67610
S43 Хати	19680664	0.3612598	162.60887	1030.59325
S44 Гирроккин	18341509	0.4051464	154.04512	927.29333
S45 Кари	22017148	0.4047111	147.19929	1219.24861
S46 Логи	22912847	0.1897239	166.31049	1294.40633
S47 Сколл	17621701	0.4332351	155.24493	873.23726
S48 Сурт	22769483	0.4327269	166.38362	1282.06719
S50 Ярсакса	19283446	0.2329932	163.74470	999.60686
S51 Грейп	18365735	0.3233132	172.73529	929.11893
S52 Таркек	17748123	0.1134880	50.37607	882.68959
S/2004 S 7	20935811	0.5331217	165.59551	1130.54667
S/2004 S 12	19765284	0.3460168	163.59877	1037.25182
S/2004 S 13	18075271	0.2471338	167.57146	907.18131
S/2004 S 17	19356909	0.1804826	167.78802	1005.32393
S/2006 S 1	18715128	0.1252450	153.84562	955.78651
S/2006 S 3	21199569	0.4172553	153.10901	1152.07421
S/2007 S 2	16693361	0.1775148	176.60045	805.19585
S/2007 S 3	19717834	0.1916931	177.17941	1033.54331

Орбитальные параметры спутников Урана

Таблица П2.10: Радиусы орбит и периоды обращения главных спутников Урана (Emelyanov, Nikonchuk, 2013). Значения получены путем уточнения круговой орбиты в плоскости экватора Урана по результатам численного интегрирования уравнений движения на интервале с 1787 по 2032 год. Опорная модель была уточнена на основе всех имеющихся наблюдений.

Спутник	Радиус орбиты, км	Период обращения, сут
U1 Ариэль	190929.789	2.52037923705
U2 Умбриэль	265984.008	4.14417716318
U3 Титания	436281.937	8.70586922413
U4 Оберон	583449.534	13.46323747494
U5 Миранда	129848.114	1.41347941664

Таблица П2.11: Средние значения эксцентриситетов и наклонов главных спутников Урана на интервале времени 2000–2040 годы. Наклоны орбит отсчитываются от экватора Урана в сторону южного полюса. Данные получены с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT с выбором модели движения Arlot et al. (2017).

Спутник	Эксцентриситет			Наклон, град.		
	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.	макс.
U1 Ариэль	0.0002	0.0007	0.0015	0.016	0.033	0.053
U2 Умбриэль	0.0030	0.0038	0.0045	0.052	0.064	0.079
U3 Титания	0.0007	0.0019	0.0030	0.034	0.058	0.094
U4 Оберон	0.0008	0.0017	0.0030	0.182	0.190	0.195
U5 Миранда	0.0010	0.0013	0.0016	4.404	4.420	4.434

Таблица П2.12: Параметры орбит близких спутников Урана. Наклон орбиты отсчитывается от экватора Урана в сторону южного полюса. Орбиты представляют собой прецессирующие эллипсы. Периоды обращения соответствуют изменению средних долгот спутников. Для спутников U6 Корделия, U7 Офелия параметры взяты из работы (Jacobson, 1998). Для остальных спутников — из работы (Showalter, Lissauer, 2006).

Спутник	Б. полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, градусы	Период, сут.
U6 Корделия	49751.7220	0.000260	0.08479	0.335033842
U7 Офелия	53763.3900	0.009920	0.10362	0.376400393
U8 Бьянка	59165.5621	0.000274	0.18110	0.434579025
U9 Крессида	61766.7199	0.000203	0.03790	0.463569377
U10 Дездемона	62658.3825	0.000342	0.09820	0.473649687
U11 Джульетта	64358.2307	0.000052	0.04540	0.493065462
U12 Порция	66097.2873	0.000512	0.02550	0.513196030
U13 Розалинда	69926.8179	0.000579	0.09340	0.558459595
U14 Белинда	75255.6102	0.000277	0.02820	0.623527138
U15 Пак	86004.4919	0.000389	0.32140	0.761832904
U25 Пердита	97735.9095	0.002537	0.1335	0.922958342
U26 Маб	74392.3409	0.001335	0.0988	0.612824737
U27 Купидон	76416.7306	0.003287	0.0676	0.638019137

Таблица П2.13: Параметры орбит далеких спутников Урана. Наклон орбиты отсчитывается от эклиптики. Периоды обращения вычислены как средние за большой промежуток времени и соответствуют изменению средней аномалии. Данные получены с помощью средства, описанного в работе (Емельянов, Вашковьяк, 2012). Остальные параметры вычислены на интервале времени с 1960 по 2060 год с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT.

Спутник		Б. полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, градусы	Период, лет.
	min	7160841	0.074576	139.388	
U16 Калибан	mean	7166371	0.078742	139.726	1.586654
	max	7170731	0.082372	140.012	

Спут- ник		Б. полу-, ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, лет.
U17 Сикоракса	min	12147958	0.450552	151.620	3.521717
	mean	12193460	0.492994	153.325	
	max	12253618	0.535105	154.839	
U18 Просперо	min	16105679	0.316875	143.701	5.402682
	mean	16219543	0.358308	145.277	
	max	16353362	0.400816	146.930	
U19 Сетевос	min	17313795	0.466791	145.866	6.066045
	mean	17520561	0.533485	148.114	
	max	17734844	0.593424	150.116	
U20 Стефано	min	7946520	0.137591	141.323	1.854024
	mean	7950882	0.148893	141.691	
	max	7956250	0.160579	142.039	
U21 Тринкуло	min	8499736	0.201950	165.977	2.050397
	mean	8505890	0.213832	166.205	
	max	8513782	0.224779	166.440	
U22 Франциско	min	4274861	0.131887	147.362	0.731215
	mean	4275490	0.138173	147.500	
	max	4276111	0.144428	147.635	
U23 Маргарита	min	14363104	0.722039	47.782	4.547646
	mean	14459011	0.805199	52.126	
	max	14564006	0.869983	57.380	
U24 Фердинанд	min	19978168	0.321742	166.424	7.580276
	mean	20330388	0.399019	167.679	
	max	20754127	0.474938	168.758	

Орбитальные параметры спутников Нептуна

Таблица П2.14: Параметры орбиты спутника Тритон и близких спутников. Наклоны орбит отсчитываются от экватора Нептуна. Параметры орбиты Тритона взяты из работы (Emelyanov, Samorodov, 2015), спутников N3 Наяда и N4 Таласса – из работы (Owen et al., 1991), спутников N5 Деспина, N6 Галатея, N7 Ларисса – из работы (Pascu et al., 2004), спутника N8 Протей – из работы (Jacobson, 2009), спутника S/2004 N 1 – из сообщения (Showalter, 2013).

Спут- ник	Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
N1 Тритон	354696.8	0.0	157.268439	5.876714551
N3 Наяда	48233.1	0.000328	4.7382	0.294395663
N4 Таласса	50069.2	0.000156	0.2054	0.311484539
N5 Деспина	52531.3	0.000139	0.0655	0.334655476
N6 Галатея	61945.1	0.000120	0.0544	0.428744263
N7 Ларисса	73545.70	0.001386	0.2008	0.554653319
N8 Протей	117646.0	0.000510	0.0749	1.122314776
S/2004 N 1	105384.0	0.000000	0.0000	0.950000000

Таблица П2.15: Параметры орбит далеких спутников Нептуна. Наклон орбиты отсчитывается от эклиптики. Периоды обращения вычислены как средние за большой промежуток времени и соответствуют изменению средней аномалии (Емельянов, Вашковьяк, 2012). Остальные параметры вычислены на интервале времени с 1960 по 2060 год с помощью эфемеридного сервера MULTI-SAT.

Спут- ник		Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, лет.
N2 Нереида	min	5516655	0.744831	4.8560	0.987018
	mean	5517274	0.751105	4.9882	
	max	5518238	0.755896	5.1056	
N9 Галимеда	min	16565549	0.228959	111.8056	5.144978
	mean	16588715	0.250702	112.5882	
	max	16607272	0.263546	113.2500	
	min	45652714	0.167440	117.1266	

Спут- ник		Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, лет.
N10 Псамафа	mean	47371107	0.279459	120.8545	24.82927
	max	49449874	0.391994	124.2182	
	min	22107254	0.113321	52.6235	
N11 Сао	mean	22211127	0.134501	53.6789	7.970776
	max	22310554	0.153853	54.4520	
	min	23345855	0.347880	37.6585	
N12 Лаомедея	mean	23476976	0.387977	38.9636	8.663030
	max	23673374	0.426845	40.3566	
	min	47889561	0.619595	134.5595	
N13 Несо	mean	49735947	0.739533	139.1570	26.68128
	max	51483996	0.849778	143.8458	

Орбитальные параметры спутников Плутона

Таблица П2.16: Параметры орбит спутников Плутона (Vie et al., 2012; Vie et al., 2013; IAUС 9253, 2012). Наклоны орбит отсчитываются от геоэкуатора эпохи J2000. Орбита Харона рассчитана относительно Плутона, орбиты других спутников – относительно барицентра Плутона – Харон. Периоды обращения спутников P2–P5 взяты из публикации (Weaver et al., 2016).

Спут- ник	Б. полу- ось, км	Эксцен- триситет	Наклон, градусы	Период, сут.
P1 Харон	19573	0.0	96.218	6.3872273
P2 Никта	48841	0.00230	96.287	24.85463
P3 Гидра	64736	0.00658	96.331	38.2017
P4 Цербер	57890	0.0045	96.37	32.16756
P5 Стикс	42000	0.0	96.3	20.1615

Литература к Приложению 2

Емельянов Н.В., Вашковьяк М.А. Эволюция орбит и сближения далеких спутников планет. Средства изучения и примеры. *Астрономический вестник*. 2012. Т. 46. С. 460–473.

- Емельянов Н.В.* Возмущенное движение при малых эксцентриситетах. *Астрономический вестник*. 2015. Т. 49. С. 380–394.
- Arlot J.E., Cooper N., Emelyanov N., Lainey V., Meunier L.E., Murray C., Oberst J., Pascu D., Pasewaldt A., Robert V., Tajeddine R., Willner K.* Natural satellites astrometric data from either space probes and ground-based observatories produced by the European consortium «ESPACE». *Notes Scientifiques et Techniques de l'Institut de mécanique céleste*. 2017. S105.P1–49.
- Bills B. G., Neumann G. A., Smith D. E., Zuber M. T.* Improved estimate of tidal dissipation within Mars from MOLA observations of the shadow of Phobos. *Journal of Geophysical Research*. 2005, V. 110. Issue E7. CiteID E07004.
- Brozovic, M., Jacobson R. A.* The Orbits of Jupiter's Irregular Satellites. *Astronomical Journal*. 2017. V. 153. Article id. 147, 10 pp.
- Buie M. W., Tholen D. J., Grundy W. M.* The orbit of Charon is circular. *Astronomical Journal*. 2012. V. 144. Article id. 15, 19 pp.
- Buie M. W., Grundy W. M., Tholen D. J.* Astrometry and Orbits of Nix, Kerberos, and Hydra. *Astronomical Journal*. 2013. V. 146. Issue 6. Article id. 152, 12 pp.
- Cooper N. J., Murray C. D., Evans M. W., Beurle K., Jacobson R. A., Porco C. C.* Astrometry and dynamics of Anthe (S/2007 S 4), a new satellite of Saturn. *Icarus*. 2008. V. 195. Issue 2. P. 765–777.
- Emelyanov N. V., Vashkovyak S. N., Nasonova L. P.* The dynamics of Martian satellites from observations. *Astronomy and Astrophysics*. 1993. V. 267. N. 2. P. 634–642.
- Emelyanov N. V., Nikonchuk D.V.* Ephemerides of the main Uranian satellites. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2013. V. 436. Issue 4. P. 3668–3679.
- Emelyanov N. V., Samorodov M. Yu.* Analytical theory of motion and new ephemeris of Triton from observations. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2015. V. 454. P. 2205–2215.
- Jacobson R. A., Synnott S. P., Campbell J. K.* The orbits of the satellites of Mars from spacecraft and earthbased observations. *Astronomy and Astrophysics*. 1989. V. 225. P. 548–554.
- Jacobson R. A.* The Orbits of the Inner Uranian Satellites from Hubble

- Space Telescope and Voyager 2 Observations. *Astronomical Journal*. 1998. V. 115. Issue 3. P. 1195–1199.
- Jacobson R. A., Spitale J., Porco C. C., Beurle K., Cooper N. J., Evans M. W., Murray, C. D.* Revised Orbits of Saturn's Small Inner Satellites. *Astronomical Journal*. 2008. V. 135. P. 261–263.
- Jacobson R. A.* The Orbits of the Neptunian Satellites and the Orientation of the Pole of Neptune. *Astronomical Journal*. 2009. V. 137. Issue 5. P. 4322–4329.
- Jacobson R.A.* The orbits of the regular Jovian satellites, their masses, and the gravity field of Jupiter. American Astronomical Society. DDA meeting #44, #402.04. 2013.
- Lainey V., Dehant V., Patzold M.* First numerical ephemerides of the Martian moons. *Astronomy and Astrophysics*. 2007. V. 465. P. 1075–1084.
- Nicholson P. D.; Hamilton D. P., Matthews K., Yoder C. F.* New observations of Saturn's coorbital satellites. *Icarus*. 1992. V. 100. P. 464–484.
- Owen W. M., Vaughan R. M., Synnott S. P.* Orbits of the six new satellites of Neptune. *Astronomical Journal*. 1991. V.101. P.1511–1515.
- Pascu D., Rohde J. R., Seidelmann P. K., Wells E. N., Hershey J. L., Storrs A. D., Zellner B. H., Bosh A. S., Currie D. G.* Hubble Space Telescope Astrometric Observations and Orbital Mean Motion Corrections for the Inner Satellites of Neptune. *Astronomical Journal*. 2004. V. 127. Issue 5. P. 2988–2996.
- Porco, C. C.* S/2008 S 1. IAUC 9023. 2009. P. 1–1.
- Showalter M. R., Lissauer J.J.* The Second Ring-Moon System of Uranus: Discovery and Dynamics. *Science*. 2006. V. 311. Issue 5763. P. 973–977.
- Showalter M. R.* New satellite of Neptune: S/2004 N 1. CBET 3586. 2013.
- Tholen D.J., Buie M. W., Grundy W. M., Elliott G. T.* Masses of Nix and Hydra. *Astronomical Journal*. 2008. V. 135. P. 777–784.
- Weaver H. A., Buie M. W., Buratti B.J., Grundy W. M., Lauer T. R., Olkin C. B., Parker A. H., Porter S. B. and 43 co-authors.* The small satellites of Pluto as observed by New Horizons. *Science*. 2016. V. 351. Issue 6279. Id. aae0030.