

УДК 52 (07)
ББК 22.6
Р69

А. М. Романов.

Р69 Занимательные вопросы по астрономии и не только. — М.: МЦНМО, 2005. — 415 с.: ил. — ISBN 5-94057-177-8.

Сборник занимательных вопросов по астрономии. К некоторым вопросам приводятся ответы и подробные комментарии. Книга написана в научно-популярном стиле, большая часть будет понятна учащимся старших и средних классов.

Для школьников и всех тех, кто интересуется астрономией, её историей и современными достижениями и открытиями.

ББК 22.6

Иллюстрации и обложка: Т. А. Карпова; илл. на стр. 202: А. В. Журавлёва.

Эл. версия <http://www.mcsme.ru/free-books> (www-сервер МЦНМО).
Распространяется свободно.

© Московский центр непрерывного
математического образования, 2005.

© А. М. Романов, 2005.

ISBN 5-94057-177-8

© Т. А. Карпова, А. В. Журавлёва, илл. 2005.

Романов Андрей Михайлович

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО АСТРОНОМИИ И НЕ ТОЛЬКО

Редактор А. К. Кулыгин.

Лицензия ИД № 01335 от 24.03.2000 г. Подп. к печати 06.12.2004.

Формат 60×88 ¹/₁₆. Печать офсетная. Объём 26,00 печ. л.

Заказ . Тираж 2500 экз.

Издательство Московского центра непрерывного математического образования.
119002, Москва, Бол. Власьевский пер., 11. Тел. 241-05-00, 241-12-37.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «Можайский полиграфический комбинат». 143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.

Занимательные вопросы по астрономии и не только

А. М. Романов



Москва
Издательство МЦНМО
2005

Предисловие

Есть люди, которые увидев книжку «про астрономию» задают себе вопрос: «А зачем вообще нужна эта астрономия, ведь в школе этому не учат?» К нашему общему стыду, действительно, в перестроечных бурях последних переломных лет (или переломанных?) астрономия, которая многие десятилетия была неотъемлемой частью школьного образования, оказалась потерянной из современной школьной программы. Невольно задаёшься вопросом: какого же человека современное наше образование собирается «образовывать» из школьника, если даже о том, что у него каждый день и каждую ночь происходит над головой, он и представления-то иметь не будет? Пожалуй, страус, не вынимающий головы из песка, из такого «образованного» может и неплохой получится, но вот человек...

Много лет назад, в разгар прошлой р-р-революционной перестройки, в 20-е годы 20 века (вот как давно!) профессор Московского университета Сергей Николаевич Блажек (1870–1956) на аналогичные вопросы о том, зачем передовому и сознательному пролетарию (тогда это так называлось) нужна такая древняя и несовременная наука, как астрономия, отвечал примерно так: «Успехи астрономии, конечно же, не оказывают непосредственного влияния на удои коров; но должны же мы знать, как устроен тот мир, в котором мы живём». За годы более чем бурного 20 века, прошедшие с тех пор, человечество не один и не два раза смогло убедиться, что фундаментальные науки действительно могут и не иметь сиюминутной практической выгоды, но те открытия, которые без них невозможно сделать, способны полностью перевернуть и наши представления об окружающем мире, и нашу всяческую технику, и всю нашу обыденную жизнь. К счастью, некоторые города России в последние годы предприняли шаги по восстановлению астрономии в программе школьного курса; так сделано, например, в Санкт-Петербурге. Москва пока отстаёт.

Астрономия — исключительно красивая наука, в этом может каждый убедиться лично, просто посмотрев на ночное небо. Но кроме этого, астрономия и современная астрофизика содержит очень много интригующих загадок мироздания, вопросов, способных напрягать (в лучшем смысле этого слова) каждый пытливым ум, обративший на них своё внимание.

Астрономия в этом сборнике вынесена на первую полосу, но кроме неё предложенные вопросы затрагивают и многочисленные науки о Земле (география, геология, физика атмосферы и океана, сравнитель-

ная планетология) при рассмотрении разнообразных явлений на нашей собственной планете — от радуги до урагана.

Предлагаемые вопросы, как правило, состояются «многослойными», что очень не просто. Прежде всего, автор всегда стремился к тому, чтобы они были бы интересны всем.

Что значит всем? Кто эти все? Здесь мы невольно сталкиваемся с определённым парадоксом. Во-первых, каждый вопрос должен затрагивать какой-то общеизвестный и общеинтересный факт (то, что все и так знают), чаще всего некоторый постулат из школьного курса физики и астрономии (там, где её ещё не закрыли). Но вместе с тем, содержать определённый элемент парадокса. Казалось бы: так, да не так! А как? А вот как! Например, «Титаник» — это самый большой и быстрый корабль своего времени, он шёл из Лондона на юг. Оказывается, это не так. Солнце притягивает Землю сильнее, а приливы от Луны выше! Много ли частиц дыма мы получим при одном вдохе табачного дыма? Один-то вдох, всего-то, казалось бы... Как можно заниматься астрономией, если наша атмосфера непрозрачна? Как можно наблюдать солнечное затмение, но не на Земле? И так далее.

Во-вторых, предлагаемые вопросы предусматривают возможность ответа на них со стороны школьников разного уровня. Одни и те же вопросы будут на астрономическом конкурсе турнира имени Ломоносова читать все: и 5–6-классники, и выпускники. Естественно, что и кругозор, и уровень знаний, и даже поле интересов этих столь разных возрастов весьма различен. Как же сделать так, чтобы все вопросы всем были интересны, независимо от их возраста и подготовки? В каждом вопросе должен содержаться и очень простой факт, явление, событие, с которого и начнётся ответ и у самым младших и у старших, но вместе с тем, и многие более глубокие, подчас и скрытые проблемы, которые проясняются у читателя по мере накопления знаний, собственных размышлений. Например, сколько дней в году? Казалось бы, чего же проще? Смотри в календарь — там всё есть. Ответ на 1-ом уровне понимания будет звучать так: 365 дней. А високосные года забыли? Ах, да! Тогда вот уже и 2-й уровень: 366 дней, а в простые — опять 365. Что же Земля наша — дёргается что ли? Ах, да! Включаем 3-й уровень: в году 365 дней с четвертью. И так далее. Конкретно в этом вопросе, таком простеньком с виду, автор насчитал в общей сложности 8 (!) возможных уровней понимания и, соответственно, вариантов ответов (см. вопрос № 462, стр. 153). Такой же «простой» и вопрос про похождения барона Мюнхаузена на полюсе. Ну а самый «комплексный» вопрос — это про начало 3-го тысячелетия; в нём содержится масса аспектов.

В-третьих, каждому читателю в каждом вопросе предоставляется возможность, что называется, «пораскинуть мозгами». Часто мы не замечаем очевидное в непривычном. Например, почитать газету — но у Плутона. Посмотреть на часовую стрелку — но в Новой Зеландии. Наблюдать солнечное затмение — но на лунной базе.

В-четвёртых, все вопросы предполагают знание и понимание физических основ описываемых процессов. Например, материки движутся и сталкиваются, — поэтому растут горы. Растения производят кислород, — а мы им дышим. Река течёт, — берега свои подмывает (но поразному!).

В-пятых, многие вопросы содержат описание интересных событий из нашей реальной жизни (или их аналогии): последствия урагана в Москве в 1998 году, рубеж тысячелетий (так называемый «миллениум») и цифра «2000», как обыгрывание смысла для многих вопросов, и даже широкая популярность фильма «Титаник» — всё это тоже повод для астрономических вопросов.

В-шестых, автор старался в своих вопросах воспроизводить и исторические параллели, которые данная тема может затрагивать. Например, вопрос о непрозрачной атмосфере Венеры впервые задал академик П. Л. Капица. О начале нашей эры и о том, что такое Рождество, написано и без того очень много разных книг, соответственно, каждый читатель может сравнить точку зрения разных авторов со своей собственной. Есть в сборнике вопросы о том, как раньше выглядела наша планета Земля (например, история нашего климата). Затрагивается и история открытия других планет — от древних времён до ловли астероидов в 2000 году. Магнетизм Земли прослеживается от Колумба до наших дней. Упомянута история прецессии — тут и «строительство» Зодиака, и смена мировых религий, и собственно научные открытия о движениях Земли.

И ещё, маленькое предупреждение. Обычно из 10–12 вопросов, предлагаемых каждый год на Турнире Ломоносова, один вопрос — или фантастический, или каверзный (в известном смысле некорректный). Это автор не издевается, а просто предлагает не терять бдительности и внимания, всю привходящую информацию проверять на логическую корректность и соответствие другим сведениям. В жизни пригодится.

Лучше всего, как мне кажется, задавать вопросы, по возможности короткие. Почему радуга круглая? Почему небо голубое? Почему звёзды мерцают? Почему Луна круглая? Как говорил Наполеон своим сотрудникам по составлению Конституции: «пишите коротко и неясно» (шутка).

Напоследок, две народные мудрости:

«Нет глупых вопросов, есть глупые ответы».

«Один дурак может столько вопросов задать, что и сто умников не ответят».

Это ничего, что народные мудрости могут немного противоречить друг другу — жизнь ведь тоже многогранна и неоднозначна.

А. М. Романов, 1 августа 2002 года.

Инструкция по применению книжки

Автор и издательство МЦНМО надеются, что книжка получилась познавательной и Вам будет интересно читать её с любого места.

Если же вы захотели найти ответ на какой-нибудь конкретный вопрос, который интересовал Вас раньше (или возник в результате чтения этой книжки), но у Вас это сразу не получилось — возможно, вам поможет эта инструкция.

Содержание этой книжки определяется списком вопросов (их чуть больше 1000, стр. 9–71). Часть этих вопросов в своё время предлагалась школьникам на Ломоносовских турнирах (последние 15 лет), викторинах, конкурсах и т. п. В основном в связи с этим к вопросам писались ответы и комментарии, именно они и напечатаны в книжке. Номера таких вопросов выделены **жирным** шрифтом. Узнать, на какой странице находится нужный ответ, можно из таблицы на стр. 7. Номер вопроса выделен *курсивом*, если именно к нему текст ответа отсутствует, но нужная информация содержится в ответах на другие вопросы (в этом случае в тексте даны ссылки на номера нужных ответов с номерами страниц).

В этой же таблице указано, в каком году и под каким номером соответствующий вопрос предлагался на Ломоносовском турнире. Ответы обычно писались в то же время и в процессе подготовки к изданию этого сборника были лишь незначительно отредактированы и уточнены. Возможно, тексты, написанные 10–15 лет назад, покажутся вам интересными и с «исторической» точки зрения (астрономия — очень быстро развивающаяся наука, стиль научно-популярных статей за это время тоже изменился); впрочем, «возраст» этих текстов нужно аккуратно учитывать, чтобы случайно не впасть в заблуждение.

В ряде мест в тексте также встречаются выдержки из ответов участников турнира им. М. В. Ломоносова (когда они наиболее точно соответствовали правильным ответам).

Если нужного вам ответа не нашлось, вы можете попробовать поискать его по ключевым словам или датам в предметном указателе (страница **356**). В предметный указатель мы советуем вам заглянуть в любом случае — и посмотреть там как ключевые слова, которые вы знали заранее, так и те, которые узнали во время чтения ответа. Скорее всего так вы найдёте много интересной сопутствующей информации.

Возможно, что-то в предметный указатель не попало, но в тексте всё-же есть. Такие слова можно поискать в электронной версии книжки в интернете (<http://www.mccme.ru/freebooks>).

Да, в интернете можно найти вообще много всего интересного (намного больше, чем в этой книжке). Для начала (если вы не очень хорошо знакомы с интернетом) мы рекомендуем вам поисковый сервер Яндекс (<http://www.yandex.ru>), а также специализированный сервер по астрономической тематике Астронет (<http://www.astronet.ru>).

№	год	? №	стр.	№	год	? №	стр.	№	год	? №	стр.
1	2001	5	73	65	2002	1	87	187	2001	5	117
3	1989	6	73	74	1989	7	87	226	2000	7	118
4	1999	2	76	82	1997	2	89	233	1999	4	120
5	1996	2	77	83	1991	11		257			122
6			78	102			90	260			123
7			78	103			90	268	1998	8	123
13	1991	5		107			90	311			125
28			78	108			90	352	1998	7	126
30	1998	4	78	111	1999	5	91	356	2000	10	127
32	1993	5	80	114	1989	5	93	357	2000	10	127
36	2001	5	80	117	1991	2	97	381	1999	3	135
37			83	118			99	383			136
38			83	119	2001	2	99	393	1999	1	137
39	1993	4	83	129	1997	3		404	1991	3	139
52	1989	10	84	134	2001	5	103	411	1998	5	140
53			85	135	1997	4	106	420			142
54			85	142	2002	2	106	421	2000	4	142
55			85	159	1989	1		422	2000	8	145
56	2001	3	85	160	1998	9	111	427	2001	3	149
57	1998	6	86	161	1989	2		431			150
64			87	182	2001	5	112	445			150

№	год	? №	стр.	№	год	? №	стр.	№	год	? №	стр.
449			150	705	1989	4	199	836	1989	9	232
454	1990	10	151	719			200	854	2001	9	233
457			152	738	1999	8	200	856	2001	10	238
460			152	752	1998	2	203	857	1997	4	243
462	2000	3	153	755	2000	5	205	860	1991	12	243
490	1999	11	157	753	1998	2	203	863	2000	4	244
507			172	754	2000	5	205	901	2001	4	245
512	2001	3	173	761			211	916	2000	11	250
513	2001	3	176	762	2001	1	211	930	2000	2	260
555			176	770			218	936	2001	7	265
556			176	776	1999	7	218	941			276
558	1990	8	176	778	1993	7	220	950	2001	8	277
567			179	779			221	951	2000	9	311
569	2000	1	179	787	1991	7	221	955	2001	8	315
596	2002	1	188	791			221	991			319
624			189	800	2002	1	221	1034	1990	4	320
625			189	802			222	1035	1990	6	324
630	1999	6	190	810	1999	9	222	1036	1990	7	325
644	1997	1	192	811	2000	6	224	1042			326
645	1998	1	192	812	1999	10	227	1051	2003	4	327
646	1998	3	193	813	1999	10	228	1053	2001	6	331
649	1991	10	195	814			229	1054	2001	6	346
650			197	821			229	1058	1993	1	347
659			197	823	1990	9		1066	2001	6	348
680	1998	10	197	826	2001	3	230				
704			199	831			231				

Первая колонка — это номер вопроса в этой книжке. Если вопрос раньше предлагался на Турнире им. М. В. Ломоносова, то во второй и третьей колонках указано, в каком году это было и порядковый номер этого вопроса в задании астрономического конкурса турнира. В последней колонке указаны номера страниц в этой книжке, на которых даются ответы на вопросы, комментарии или ссылки.

Материалы Ломоносовских турниров (в том числе состоявшихся после выхода этой книжки из печати) опубликованы по адресу <http://www.mccme.ru/olympiads/turlom>

Желаем успехов!

Вопросы

Глава 1. «100 000 Почему»

1. Почему Луна круглая?
2. Почему облако не падает?
3. Почему небо голубое?
4. Почему радуга круглая?
5. Почему звёзды рисуют с лучами?
6. Почему трава зелёная?
7. Почему циклоны идут с запада?
8. Почему зимой не бывает гроз?
9. Почему роса выпадает под утро?
10. Почему наше ухо сделано в виде улитки?
11. Почему гребень волны «опрокидывается»?
12. Почему у мальчиков «ломается голос»?
13. Почему солнце у горизонта сплюснутое?
14. Почему нам нужно равномерное время?
15. Почему цвет облаков может изменяться от белого до чёрного?
16. Почему Медный Всадник — медный?
17. Почему баночка с пюре при открывании делает «чпок», а баночка с напитком — «пшик»?
18. Почему морская вода солёная?
19. Почему мы думаем, что орбита Земли не круг?
20. Почему кошку погладить приятно, а лягушку — бр-р-р!?
21. Почему Луна у горизонта кажется гораздо большего размера, чем в небе?
23. Почему число π обозначается этой буквой?
24. Почему в тропиках тепло, а на полюсе — холодно?
25. Почему климатические зоны на поверхности Земли не перемещаются?
26. Почему «моряк вразвалочку сошёл на берег»? Что такое морская походка?
27. Почему говорят, что барометр «упал»? Откуда и с какой высоты он упал?
28. Почему Египет считается одним из очагов человеческой цивилизации?
29. Почему эскимосы не знают, что такое айсберги?
30. Почему так трудно предсказывать землетрясения?

31. Почему длину морской мили выбрали 1852 м? И почему она именно морская?
32. Почему планеты по небу вслед за Солнцем ходят?
33. Почему зеркало меняет «правое» на «левое», а не «верх» на «низ»?
34. Почему лампочки перегорают, как правило, в момент включения?
35. Почему время между большими периодами занятий называется «каникулы» (от латинского *canicula* — «собачка»)?
36. Почему круглую форму имеют: песчинки, капельки, колобки, пельмени, мыльные пузыри, воздушные шары, небесные тела?
37. Почему приливы мы видим только в море, и не видим их на суше или в воздухе, ведь Луна, по идее, должна притягивать все предметы одинаково?
38. Почему поезда во Владивосток и Пекин, которые южнее Москвы, отправляются с Ярославского вокзала в северном направлении?
39. Почему говорят: «Светит, а не греет»? Про что можно так сказать и почему? А бывает ли наоборот?
40. Почему у современных грузовиков диаметр колес почти в 2 раза меньше, чем у прежних моделей той же грузоподъемности?
41. Почему планеты такие разные?
42. Почему космические корабли взлетают на восток?
43. Почему мерцают свечи?
44. Почему Луна — спутник маленькой Земли, а не огромного Солнца?
45. Почему Галилей верил и настаивал, что его астрономические открытия с телескопом — реальность, в то время как все прочие думали, что это просто оптический обман?
46. Почему Тихий океан окружен «огненным кольцом» вулканов?
47. Почему для парадного выезда берут 6 лошадей?
48. Почему в Европе применяли прямые мечи, а на Востоке — кривые?
49. Почему собрание географических карт называется «атлас»?
50. Почему во многих случаях именно орёл был выбран в качестве имперского символа?
51. Почему люди не могут пить солёную воду?
52. Почему считается, что Вселенная расширяется?
53. Почему в экспедиции Магеллана в счёте дней пути оказалась ошибка в 1 день?
54. Почему звёзды Ковша Большой Медведицы носят арабские имена, ведь у арабов нет медведей?
55. Почему кольца Сатурна не разваливаются?
56. Почему нам «позволено» любоваться только одной стороной Луны? Почему именно этим боком, а не другим?

57. Почему астрономы отмечают День осеннего равноденствия 23 сентября, а весеннее равноденствие происходит на 2 дня раньше — 21 марта?
58. Почему сейчас нет дирижаблей?
59. Почему дождевые капли не могут быть большими?
60. Почему у человека уши круглые, у кошки — треугольные, у осла — длинные?
61. Почему современные, столь огромные самолёты вообще летают — они же очень тяжёлые?
62. Почему животные огромных размеров могут существовать только в воде (киты, например)?
63. Почему считается, что ядро Земли состоит из железа?
64. Почему древние мореходы (египтяне, финикийцы, греки) пользовались для ориентирования в море Большой Медведицей и не пользовались Полярной звездой?
65. Почему у Турции на флаге полумесяц расположен вертикально, а у Мавритании — лежит плашмя?
66. Почему пожарное ведро покрашено в красный цвет, наверное, понятно, а вот почему оно имеет форму конуса?
67. Почему животные появились на Земле значительно позже растений?
68. Почему в притче о семи братьях (сложенные вместе прутья сломать нельзя, а поодиночке — легко!) выбрано именно число 7?
69. Почему у древних римлян Луна получила имя Luna Fallax («обманщица»)?
70. Почему воздушный змей летает только с верёвкой, а парящий орёл — без?
71. Почему, если бросить соль в пламя, — пламя изменит цвет?
72. Почему пассаты дуют всегда на запад?
73. Почему деревенские дома ставили углом на юго-запад или на юго-восток?
74. Почему во время полного лунного затмения мы Луну всё равно видим? Какого она при этом цвета и почему?
75. Почему планеты и спутники не могут двигаться по эллиптическим орбитам равномерно?
76. Почему космические аппараты удобнее запускать с космодромов вблизи экватора?
77. Почему сила всемирного тяготения не проявляется между земными предметами, но полностью господствует в космосе?
78. Почему давление воздуха на Венере в 100 раз больше, хотя сила

тяжести там такая же, как на Земле?

79. Почему давление воздуха на Луне, где сила тяжести всего в 6 раз меньше, меньше земного не в 6, а во много раз?

80. Почему у одних планет много спутников, а у других совсем нет?

81. Почему самые яркие (и древние) созвездия на небе имеют такие странные названия?

82. Почему мы не видим, как рождаются звёзды?

83. Почему астрономы пытаются обнаружить чёрные дыры?

84. Почему комель поваленного дерева подпрыгивает? В какую сторону?

85. Почему считается, что до Колумба регулярных связей между Старым и Новым Светом не было? А может, их просто скрывали?

86. Почему воздух при надувании от ручного насоса нагревается, а от баллона — охлаждается?

87. Почему пузырьки воздуха на поверхности воды притягиваются?

88. Почему мы не обжигаемся в бане, хотя на термометре может быть $+100 - +120\text{ }^{\circ}\text{C}$?

89. Почему в лампочках накаливания перегорает, как правило, небольшой участок нити?

90. Почему для метательных машин в древности использовались женские волосы?

91. Почему могут образовываться очень большие градины (до 5–8 см)? Почему так редко?

92. Почему русские первопроходцы шли на восток через Березов, Туруханск, Якутск? Почему сейчас крупнейшие города Сибири не там, а гораздо южнее?

93. Почему делают двутавровые балки (например, рельсы)?

94. Почему астрономы стремятся расположить свои обсерватории на вершинах гор? Всегда ли так было?

95. Почему Луна на небе нам кажется совсем плоской (как блин), тем более, если её сравнить с футбольным мячом или горошиной, расположенными под таким же углом?

96. Почему ось вращения Земли имеет наклон (23°)?

97. Почему зимой не летают на планерах?

98. Почему сила притяжения к Луне и Солнцу в зависимости от их положения на небе и фаз не влияет на положение отвеса?

99. Почему так и остались неосуществлёнными проекты быстрых трансатлантических перелётов, которые предлагались энтузиастами ракетной техники в 1930–40 гг.? Есть ли у ракетопланов с применением невесомости перспективы в будущем?

100. Почему Санкт-Петербург называют городом поэтов, Ялту — городом киношников, а Аддис-Абебу — городом вечной весны?
101. Почему цвета разные, а цветы — разноцветные?

В заголовке этой главы было анонсировано 100000 «почему», — между тем, здесь только 101. Автор надеется, что остальные 99899 «почему» пытливые читатели-«почемучки» сами зададут и себе, и своим родителям и учителям. Впрочем, не надо себя ни в чем ограничивать, особенно в любопытстве! Любознательность — основа развития общества! Любопытство погубило кошку, но создало исследователя!

Автор рекомендует не применять к тексту предложенных вопросов методов быстрого чтения. Мир не прост. Не торопитесь! Подумайте сначала сами, поразмыслите на досуге (или в дороге), обратитесь к книгам. Между прочим, книга — источник знаний, а не просто собрание бумажек.

Если Вы считаете, что ответ на какой-нибудь вопрос уже знаете, или догадались (или Вам подсказали), то можете подсмотреть ответы на стр. 73. Но должен Вас предупредить, что в этой книге даны ответы вовсе не на все вопросы, которые перечислены. Во-первых, данная книжка является своего рода сборником тех вопросов, которые были предложены учащимся на Турнире Ломоносова за период с 1989 по 2003 гг., а также развёрнутых ответов и комментариев к ним. Вопросы, ранее не опубликованные, естественно, будут использоваться и во всех дальнейших турнирах. Во-вторых, ответы на многие из приведённых вопросов автор не знает сам. Часть ответов может при этом измениться со временем (например, 3 тысячелетие началось не 01 января 2001 г., как ожидалось, а 11 сентября). Наконец, в третьих, вовсе не факт, что ответы на все вопросы вообще в природе существуют.

А кто, собственно, сказал, что автор всегда прав?! Больше всего интересны Ваши оригинальные мысли и суждения, и текст вопросов в данном случае не более, чем предлог и информация к размышлению.

Глава 2. Совсем «детские» вопросы

102. Сколько звёзд на небе?
103. Какого цвета Солнце?
104. Сколько весит дым?
105. Кто самый быстрый?

106. Кто самый горячий?
107. А кто наоборот, — самый холодный?
108. Какая звезда на небе самая яркая?
109. Как далеко до горизонта?
110. На чём держится Земля: на китах, слонах, черепахе, или ..., — на чём?
111. Как бы Вы у себя дома смогли наглядно показать своему приятелю, что такое невесомость?
112. Вы получили «загадочную» анаграмму: /SMVEMAJSUNPKO/. Сможете её расшифровать?
113. Наступила самая тёмная и глухая полночь: как далеко до света?
114. Вы взглянули на небо. Как отличить звезду от планеты?
115. Как делать лучше: стоять под дождем смиренно или бежать побыстрее, — чтобы меньше промокнуть?
116. Где нет тени? А где тень остаётся постоянной длины в течение суток?
117. Сколько звёзд в ковше Большой Медведицы?
118. Говорят: «звезда первой величины». А каких вообще величин бывают звёзды?
119. Могут ли разные части одного небесного тела вращаться в разные стороны?
120. В популярной комедийной песенке поётся: «...трутся спиной медведи о земную ось... — вертится Земля». А можно ли действительно о земную ось «потереться»? Какой это даст эффект?
121. «Направление отвеса не меняется от веса». Отражает ли это двустипишие объективную научную истину? Всегда ли вертикальная линия вертикальна?
122. Вы видите на небе тонкий молодой месяц. А что в этот момент может видеть Ваш приятель-наблюдатель, сидящий на полюсе Луны? А во время полнолуния?
123. Можно ли увидеть радугу в полдень?
124. Можно ли как-нибудь подпрыгнуть в высоту на 50 м? Сколько времени (примерно) может занять это мероприятие?
125. Увеличивается или уменьшается температура при подъёме (или, наоборот, опускании) в атмосфере, в океане, в толще земли?
126. Что быстрее падает: капли дождя или градины, и почему?
127. В магазине Вы купили: стеклянную банку огурцов, консервную банку тушёнки, пакет кефира, кусок сыра, булку, 5 яиц и 1 пирожное «корзиночка». Предложите оптимальный способ укладки товара, если в Вашем распоряжении имеется всего один пакет с ручками.

128. На каких качелях проще раскачиваться: с верёвками или с металлическими штангами?
129. Какой источник энергии самый мощный?
130. Какой меридиан не пересекает линии берега?
131. Есть ли жизнь на Марсе?
132. Как можно померить скорость света?
133. Когда потухнет Солнце?
134. Все ли небесные тела круглые?
135. Что общего между Вселенной и пенопластом?
136. Золушка как-то раз не успевала перебрать чечевицу до вечера и попросила месяц подождать выходить на небо. Может ли месяц пойти ей навстречу?
137. Кто на небе хочет произвести на всех «ну оч-чень большое» впечатление, а на самом деле совсем ма-а-ленький и невзрачненький?
138. Какое небесное тело может стать ярче, если его «повернуть»?
139. Откуда у нас появилась Луна?
140. Почему одинаковый звук (скрип) издают столь разные предметы: двери, половицы, новая обувь, кусок мела, качающиеся деревья и пр.?
- Отчего они потом могут перестать скрипеть?
141. Почему в летнем ливне капли крупные, а в осеннем дождичке — мелкие?
142. Предложите наиболее простой способ измерения высоты Главного здания МГУ им. М. В. Ломоносова на Ленинских (Воробьёвых) горах. Предложите наибольшее число способов измерения высоты здания, основанных на разных принципах.
144. Как связаны между собой микроэлементы и микроорганизмы?
145. Всё ли можно прогнозировать?

Глава 3. Крутится-вертится шар голубой

147. Почему в повседневной жизни мы не замечаем округлости Земли?
148. Какая связь между современным значением слова «климат» и греческим «klīma» («наклон»)?
149. Почему у всех древних народов ось мира ассоциировалась с мировой горой или мировым деревом, или даже с кристаллической осью?
150. Почему в качестве астрономического символа Земли утвердилось яблоко с крестом?

151. С какого расстояния мог быть виден Александрийский маяк высотой 120 м на острове Фарос? Знаете ли Вы примеры ещё более высоких сооружений, пригодных на роль морских маяков?

152. Как далеко от нас находится видимый горизонт? А на Луне, Марсе, Венере, или на астероиде?

153. Можно ли видеть дальше линии горизонта?

154. В каких столицах бывают белые ночи?

155. В каких южных городах бывают белые ночи?

156. Как древнегреческие ученые задолго до эпохи кругосветных путешествий могли весьма точно измерить величину земного шара? Как вообще можно измерить размеры Земли?

157. Трудно ли «увидеть» закругление земного шара? Как это проще сделать?

158. Если бы мы никогда не видели небесных светил (например, жили бы в вечном тумане), то каким образом мы могли бы установить сферическую форму Земли и определить её размер?

159. Барон Мюнхаузен заявил, что как-то раз он проснулся в неизвестной стране, прошёл 100 км на север, потом столько же на запад, потом столько же на юг и очутился там, откуда вышел. Соврал ли барон Мюнхаузен?

160. Известно, что можно определять стороны света по часовой стрелке. Каким образом это можно сделать, находясь в Эфиопии? А в Новой Зеландии?

161. Представим себе, что мы в африканской стране Лимпопо сели на вездеход и взяли постоянный курс строго на северо-восток. Каким окажется наш дальнейший путь?

162. Можно ли увидеть различие параллелей и меридианов?

163. Что изменится, если отойти на 1 км в сторону от полюса? А на 1 км от экватора?

164. Можно ли считать параллельными между собой Останкинскую телебашню, колокольню Ивана Великого в Кремле и высотки в Чертаново?

165. Если смотреть из Кремля, то насколько «ниже» горизонта будет располагаться МКАД (кольцевая дорога)?

166. У чего: у головы человека или у его ног, — окажется длиннее «жизненный путь» (т. е. суммарное перемещение за время жизни)? Насколько?

167. По преданию, при выборе проекта железной дороги от Петербурга до Москвы Николай 1 просто взял линейку и провёл на карте прямую линию, повелев по ней и строить дорогу. Какими принципами он

- при этом руководствовался? Оправданно ли такое инженерное решение? Насколько велико реальное отклонение трассы от прямой линии?
168. При Александре 3 началось строительство Транссибирской магистрали. Как далеко от неё пролегает действительно кратчайший путь из Санкт-Петербурга во Владивосток?
169. Почему автомобилисты утверждают, что в Москве кратчайший путь — по 3-му кольцу? Не ошибаются ли они, ведь в геометрии кратчайший путь — прямая линия?
170. Вы решили принять участие в гонке яхт из Сингапура в Панамский канал. Сможете ли Вы посетить при этом Гавайи? Какое обмундирование («тропическое») Вам весьма пригодится, если Вы решите следовать кратчайшим маршрутом?
171. Вам приспичило попасть на противоположную сторону экватора самым коротким путём. Куда Вы направитесь?
172. Оцените, на сколько отличаются расстояния от центра Земли до поверхности океана на полюсе и на экваторе.
173. Какая астрономическая величина положена в основу современной единицы длины?
174. Что длиннее — экватор или полный меридиан?
175. В каком случае потребуется пройти больший путь: при перемещении на 1 градус широты или на 1 градус долготы?
176. Около Новой Зеландии есть острова Антиподов. Почему эти острова называли в их честь и где ещё встречаются эти самые «антиподы»?
177. Говорят: «высота над уровнем моря». А от какого собственно моря отсчитывается уровень, когда мы находимся на суше?
178. Говорят: «высота над уровнем моря». Но ведь там, где есть море, его уровень наклонён существенно в другую сторону, чем отвес в том месте, где стоим мы. Как же можно так мерить высоту?
179. Можно ли искупаться существенно выше «уровня моря»? Можно ли спуститься ниже уровня моря, не замочив ног?
180. А можно ли нырнуть существенно выше уровня моря, а затем погрузиться существенно ниже его?
181. Какой главный довод округлости Земли и возможности кругосветного плавания приводил Магеллан в обоснование своего проекта?
- 182.** Действительно ли Земля имеет форму шара?
183. Может ли существовать такой меридиан, который не пересекает береговой линии?
184. Какие широты лежат полностью на суше? Какие — полностью в океане?

185. Форма Земли представляется условной фигурой под названием «геоид». В каких случаях мы можем оказаться «внутри» него? Заметим ли мы это?

186. Некая туристическая фирма за весьма умеренную плату предлагала простой способ путешествовать вокруг Света дешево и без утомления. И хотя фирма полностью выполняла свои обещания, клиенты все равно оставались недовольны. Чем же?

187. На что похожа форма нашей Земли внешне? Как она меняется со временем?

188. Церковь (кстати, не только католическая) до 17 века расценивала учение о вращении Земли вокруг своей оси, как жуткую ересь.

Как Вы можете показать наглядно (в домашних условиях), что наша Земля действительно вращается?

189. Если Земля крутится, то на чём же она держится?

190. С какой скоростью обычно мы совершаем кругосветное путешествие? Сколько при этом теряем в весе? Возвращаемся ли обратно?

191. В каких странах линейная скорость вращения Земли выше?

192. Когда жители Земли движутся быстрее вокруг Солнца: днём или ночью?

193. Какую ширину имеет земной терминатор (область на поверхности Земли, разделяющая день и ночь)?

194. Экспедиция Магеллана–Эль Кано продолжалась 1081 день. Герои романа Жюль Верна совершили кругосветное путешествие за 80 дней. В 1929 г. состоялось кругосветное путешествие на дирижабле «Граф фон Цепеллин» — за 20 дней, а современные авиалайнеры способны выполнить «облет шарика» за 20–40 часов (со всеми техническими процедурами). В какую сторону направлялись перечисленные экспедиции? В какую сторону летел дирижабль, если на его борту за время рейса состоялся 21 обед?

195. Сколько раз за одни сутки наступит «местный полдень» на борту орбитальной станции с периодом обращения вокруг Земли 1,5 часа? А когда же там обедают?

196. Если самолёт будет взлетать с аэродрома на восток, то на сколько он станет легче?

197. Могут ли космические корабли взлетать на запад?

198. На сколько может измениться скорость вращения Земли, если медведи как следует «потрут» об её ось?

199. Отвес — постоянен ли в своём направлении? Куда на самом деле он показывает?

200. По каким звёздам ориентировались в море древние мореходы? Какая звезда носила имя «финикийской»? Когда появилась нынешняя Полярная звезда?
201. Птолемей создал свой глобус мира около 150 г. н.э. В чём состоит главная его несуразица с современной точки зрения?
202. От какого точного места отмеряются долготы на Земле? Почему это место выбрано около Гринвича, а например, не в Париже, Лондоне или ещё где? Чем был определён этот выбор и оптимален ли он с современной точки зрения? Поменяют ли нуль-пункт долгот в будущем?
203. Кроме морской мили существуют ещё и многие другие разновидности этой единицы длины. Почему?
204. Архимед: «Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю». Сколько времени потребуется Архимеду, чтобы сдвинуть земной шар?
205. А кто действительно смог Землю «сдвинуть»?
206. А кто смог Землю взвесить?
207. В 17 веке французы Мерсенн и Пти проводили опыты, производя выстрел из пушки вертикально вверх, — и не нашли ядро после выстрела. Быть может, оно навсегда осталось в воздухе? Какова реальная траектория тела при вертикальном полёте с достаточной начальной скоростью?
208. Почему ядро при выстреле вверх отклоняется к западу, а падающие (брошенные) тела — к востоку?
209. Почему во время 1 мировой войны снаряды британского флота на Фолклендских островах всё время ложились примерно на 100 м в сторону? В какую сторону они отклонялись? Почему этого явления не было во время последней Фолклендской войны с Аргентиной?
210. Куда и как быстро перемещается полюс Земли?
211. Как быстро движется магнитный полюс?
212. Равномерно ли Земля вращается? Какие причины могут влиять на вращение Земли?
213. Оказывают ли влияние на вращение Земли какие-либо «повседневные» процессы на её поверхности?
214. Почему существует наклон оси Земли?
215. Можно ли изменить наклон оси?
216. Что изменилось бы на Земле, если бы её ось лежала горизонтально?
217. Почему на снимках из космоса всегда так хорошо видно Африку, и так плохо — Европу?

Глава 4. Твердь земная

218. Можно ли сказать, что планета Земля — твёрдое тело?

219. Где на нашей Земле можно испытать невесомость?

220. Преподаватель спрашивает студента: «Если я отсюда начну копать тоннель сквозь Землю — то куда я попаду?» Предложите Ваш вариант ответа.

221. Какие Вы знаете полости (пещеры) в теле Земли наибольших размеров? Почему они образовались? В каких произведениях в небесных телах встречаются внутренние полости больших размеров?

222. Почему первобытных людей нередко называют «пещерными»?

223. Пещеры издревле ассоциировались у людей с другим миром, с материнским лоном Земли. Приведите примеры создания и использования людьми «пещер» различного назначения.

224. В романе Обручева «Плутония» путешественники где-то в безлюдных полярных районах обнаруживают огромную «дыру», по которой они незаметно для себя попадают вглубь Земли, где на внутренней поверхности полый сферы (т. е. Земли) встречают и исследуют древних животных (динозавров), которые давно вымерли на поверхности, но сохранились внутри. Возможно ли это?

225. Инженер Гарин из романа А. Толстого собирался с помощью своего «гиперболоида» добывать золото в неограниченных количествах из т. н. «оливинового пояса» ниже коры Земли, и затем стать диктатором всей планеты. По каким физическим и геологическим причинам этот проект невозможен в принципе? Если бы такой пояс золота существовал, что было бы с Землей в целом?

226. Ископаемое топливо (каменный уголь и нефть) образовались из деревьев и других органических остатков, которые находились, очевидно, на поверхности Земли. Почему же сейчас они залегают так глубоко, а над ними нередко возвышаются известняковые горы?

227. Как можно взвесить нашу планету Земля с помощью, например, пакета молока?

228. Как зависит напряжённость гравитационного поля Земли в зависимости от расстояния до её центра?

229. Долетит ли тело, брошенное в бесконечный вертикальный тоннель, до противоположной стороны Земли?

230. Для поиска полезных ископаемых используют приборы, измеряющие силу тяжести, — гравиметры. Насколько велико относительное изменение периода колебаний $\Delta T/T$ маятникового гравиметра над месторождением руды с плотностью в 3 раза больше плотности осталь-

ной Земли, имеющего форму шара диаметром 1 км на глубине 1,2 км. Как изменится период колебаний над таким же месторождением нефти с плотностью в 3 раза меньше остальной Земли?

231. На сколько отклонится отвес от истинного вертикального положения у подножия гор, например, на южном берегу Крыма? Высоту гор и глубину моря принять равной 1,2 км.

232. Какое геофизическое явление можно уподобить (по своей физической сути) скрипу свежего снега под ногами?

233. Сталкиваются два материка. Какой высоты при этом могут вырасти горы? А за какое время?

234. Какие Вы знаете «мосты» между материками? И наоборот, какие бывают «швы» (разрывы)?

235. Южная Америка и Антарктида вытягиваются друг к другу двумя длинными выступами: Патагония и Огненная Земля на севере и Антарктический полуостров с Южными Шетландскими островами на юге. Может быть, раньше они соединялись, а на месте пролива Дрейка была суша?

236. Атлантический океан расширяется около 130 млн. лет. Как путешествовали всё это время Северная и Южная Америка — вместе, «взявшись за руки», как сейчас, или порознь?

237. Назовите 5 вулканов Средиземноморья, известных ещё древним цивилизациям.

238. Назовите крупнейшие (наиболее выдающиеся или известные) вулканы для каждого из материков Земли.

239. Какое наиболее «впечатляющее» столкновение материков произошло на нашей планете? Какие это имело последствия? Какие материки могут столкнуться в обозримом будущем?

240. Почему говорят, что Тихий океан окружен «огненным кольцом» вулканов, а вокруг других океанов ничего похожего нет?

241. Как известно, в центре Тихого океана есть Гавайские вулканы, вдоль Срединно-Атлантического хребта их тоже много. Во всех ли других океанах есть вулканы в центральной части? Почему?

242. Какие новые океаны могут возникнуть на нашей планете в обозримом будущем? Когда примерно?

243. В чём разница между вулканами Исландии, Курил и Гавайев?

244. Что изменится, если погрузиться на 10 км «под гору»? Что изменится, если на те же 10 км «подняться» от центра Земли?

245. Где до мантии Земли ближе — на материке или в океане? Как глубоко она находится?

246. Почему для создания сверхглубокой скважины (около 12 км) выбрано место на материке (Кольский полуостров)?
247. Во время извержения вулкана Хельгафедль (Исландия) 23.01.1973 г., разрушившего часть г. Вестманнаэйяр, пожарные поливали водой движущуюся лаву. Зачем?
248. Римский писатель Тертуллиан (ок. 150–230 н. э.) указывал на действующие вулканы, как свидетельство реальности ада. В чём принципиальное различие древних и современных научных воззрений на «преисподнюю»? А куда бы Вы сейчас могли поместить «ад»?
249. В культурах разных народов встречается понятие об адском огне, который во много раз жарче земного. Какие природные аналоги такого огня Вы можете подобрать?
251. Символика «Вечного огня» и культура огнепоклонников связаны с образом огня, исходящего из недр земли. Какие геофизические причины лежат в основе этого явления, и какие особенности имеют те области, где распространены огнепоклонники?
253. Назовите крупнейшие землетрясения, произошедшие за последние несколько лет.
254. Какие минералы имеют одинаковый состав, но разную форму кристаллов, и как они применяются?
255. У алхимиков свинец считался обладателем свойств талисмана-защитника. Какие можно указать геофизические причины этого и какие действительные природные свойства свинца могут выполнять такие функции? В каких случаях свинец, напротив, сильно «подводил» людей?
256. Китай, возможно, обладает новым устрашающим видом «оружия» — геофизическим. Если всё население Китая (свыше 1 млрд. человек) одновременно прыгнет с высоких платформ, то в земле начнёт распространяться ударная волна. Прыгая снова всякий раз, как эта волна будет проходить через Китай, её можно усилить до такой степени, что она может вызвать землетрясения в других районах Земли. Реалистично ли это и можно ли каким-то образом защититься от воздействия такого геофизического «оружия»?
257. Какая сила воздвигает горы?
258. Какие Вы знаете самые крупные планетарные формы рельефа? Как они образовались?
259. Какие горы (и даже целые горные системы) мы не видим?
260. Где горы выше — на Земле, Венере, Марсе или на Луне?
261. Насколько различается давление наверху Воробьёвых гор и у их подошвы, где бьют родники?

262. Где находится крупнейший каньон?
263. Почему боги и аналогичные персонажи древних мифов часто живут (пребывают) в горах?
264. Какие Вы знаете наиболее знаменитые горы-символы?
265. Чем знаменита гора Брокен (в Альпах) и почему? Как можно объяснить оптические эффекты «Брокенских призраков»?
267. Почему люди разных культур и эпох стремились воздвигнуть сооружения для своих богов в виде модели гор? (Зиккураты у халдеев, пирамиды египтян, ступенчатые пирамиды майя, буддистский храм-пирамида Боробудур, сталинские высотки.)
268. Наиболее красивые и удобные для обзора места в Москве (Крылатское, Поклонная гора, Воробьёвы горы, Коломенское) расположены на правом берегу Москвы-реки. Случайно ли это?
269. Бывают горы разных видов: 1) имеющие заострённую (сужающуюся) вершину, 2) похожие на ровные зубья пилы, 3) похожие на стол с плоской верхней частью и крутыми склонами. Почему они так отличаются (имеют склоны разной формы и крутизны)?
270. В пустынях на глинистых почвах часто можно видеть, как земля растрескивается на почти правильные грязевые многоугольники с загнутыми краями. Почему образуется этот «узор»?

Глава 5. Озёра, речки и лужи

«Если мальчик обходит лужу стороной, а не прыгает в неё сразу обоими ногами, — значит, он вырос.»

271. Козьма Прутков: «Бросая в воду камешки — наблюдай круги, ими образуемые...» А как зависит высота расходящихся волн от размера камешка?
272. На какую высоту могут подняться водяные брызги при бросании в воду камешка с заданной высоты?
273. «Бульк...» — Как зависит тон звука от размера камешка или капли?
274. Почему, если камень бросить в воду с силой, он прорывает в воде воздушный канал без обычного «булька»? Какой величины может быть образованная каверна?
275. Какие физические принципы движения судов Вы знаете?
276. Река, по которой Вы плывёте на лодке, совершает два поворота в виде буквы S. Какого берега Вам следует держаться при

- прохождении их вниз по течению? А вверх?
277. На каком расстоянии будет видно ночью фонарь на носу лодки?
278. Почему отдельные капли (например, брызги от весла) могут плавать по поверхности воды, как шарики?
279. С какой высоты можно падать на воду?
280. Зачем нужны очки для плавания?
281. Какой избыток давления создаёт рыбка-брызгун?
282. Если мы нырнём на 10 м, насколько мы уменьшимся в объёме?
283. Соревнования по гребле проводятся между лодками с 1, 2, 4, или 8 гребцами. Во сколько раз восьмёрка идет быстрее одиночки?
284. Почему на речках с переменным или ускоренным течением есть места с песчаным дном, а на перекатах — только голые валуны? Как зависит вес смываемых водой камней от скорости потока?
285. Почему нельзя входить в быстрый поток, даже если он мелкий — по колено?
286. В 1857 г. петербургский академик Карл Бэр заметил, что реки, текущие на запад или на восток, интенсивнее подмывают свой правый берег, который из-за этого становится более крутым, чем левый. Справедлив ли закон Бэра для рек, текущих на север или на юг? Везде ли этот закон справедлив?
287. Не противоречат ли закону Бэра повороты рек влево, а также довольно частые смены реками своих русел (т. н. старицы)?
288. С равной ли частотой реки поворачивают в обе стороны?
289. Обычно считается, что поверхность воды — ровная. Всегда ли это справедливо для рек? В каких случаях река может быть выпуклая (или вогнутая)?
290. Откуда берётся энергия для заполнения системы плузов?
291. Когда рыба идёт на нерест, она преодолевает все мыслимые и немыслимые препятствия. Как она проходит, например, через водопад, если запрыгнуть на его высоту она не может?
292. Если река имеет заметный уклон с углом α , то какое ускорение будет иметь лодка на её середине?
293. Какова разница высот между истоком Волги, где она начинается, и Каспийским морем, куда она в конечном счёте впадает? Почему вода в нижнем течении около Астрахани не разгоняется в соответствии с полученной ею потенциальной энергией, а течёт медленно?
294. Баржа с астраханскими арбузами поднимается вверх по Волге до Москвы. Каковы затраты энергии на подъём в высоту?
295. Одинаковы ли расходы энергии судна в предыдущей задаче при наличии или при отсутствии плузов на пути следования?

296. В чем состоит различие затрат энергии судна на подъём вверх по реке и на движение против течения в море?

297. Когда на Волге возникла и когда исчезла профессия бурлака, и какими преимуществами обладала данная технология судовождения? Были ли бурлаки у Степана Разина?

298. Вспомните картину «Бурлаки на Волге» (кстати, кем, когда, и по какому поводу она создана?). Что делают люди на корме изображённой барки? Почему цвета российского флага на её мачте расположены в обратном порядке? Какие иные принципы движения судов присутствуют на картине?

299. Почему наводнения в Санкт-Петербурге связаны с бурей?

300. При какой форме ложа озера площадь его зеркала пропорциональна его максимальной глубине?

301. В африканской стране Бушленд (буш — это такая саванна, а вовсе не президент США) в июле и августе стоит жуткая засуха. Одного озерца с родником стаду из 32 пасущихся в буше слонов хватит всего на 2 дня, а 3 взрослых слона выпьют его уже за первый месяц засухи. Сможет ли возле этого озерца пережить засуху до сентябрьских дождей семья из 2 слонов?

302. Если в предыдущей задаче учесть эффекты испарения воды в засуху, то хватит ли воды в озерце на 2-х взрослых слонов и ещё 1 маленького слонёнка?

303. Почему вертикальный профиль дна и берегов поперёк озера Байкал похож на букву М?

304. Глубока ли река Ангара в истоке? (Для тех, кто слабоват в географии, напомним, что р. Ангара вытекает из оз. Байкал.)

305. Исток реки Лена находится всего в нескольких километрах от берега Байкала. Могло ли случиться так, что Байкал стекал бы не в Енисей, а в Лену? Может ли он направиться в другой океан?

306. Как изменится уровень Байкала при одновременном выпадении годовой нормы притока воды?

307. Какое водохранилище лучше аккумулирует пиковые приходы воды: широкое, но мелкое или узкое, но глубокое?

308. Верно ли, что чем больше водоём (озеро), тем большая река из него выходит на сток?

309. Какая жидкость самая лёгкая?

310. Какая жидкость самая тяжёлая?

311. Какие Вы знаете реки — истоки древнейших цивилизаций?

Почему цивилизации зарождались именно в долинах крупных рек?

312. Что означает выражение «живая вода»?

Глава 6. Раскинулось море широко

313. Можно ли «вручную» сдвинуть морской корабль? Почему это «не получается»?
314. Какой слой воды должен оставаться под кораблём, чтобы он оставался на плаву?
315. Капитан ведёт корабль постоянным курсом — куда он в конце концов попадёт?
316. Какова средняя плотность типичного парохода?
317. Из каких соображений определяют положение ватерлинии судна? От чего она зависит?
318. Какие моря лежат ниже уровня моря?
319. Где давление выше: на дне океана или в цилиндре автомобиля?
320. По старому морскому поверью утонувшие корабли не достигают дна океана, а «висят» на глубине, подобно подводным лодкам. Возможно ли это?
321. Были ли океаны когда-нибудь в прошлом пресными? А в будущем?
322. Говорят, что полезно дышать морским воздухом. Чем и почему море «пахнет»?
323. Океан, как известно, среда жидкая и постоянно перемешивается. Однородны ли его воды? Могут ли в океане быть потоки пресной воды или, наоборот, очень солёной?
324. Почему в качестве стандарта морской воды выбрали Бискайский залив?
325. Глубоководный исследовательский аппарат на Красном море не смог «занырнуть» глубже 1500 м. Как Вы думаете, почему?
326. Тур Хейердал совершил путешествие из Америки в Полинезию на парусном плоту «Кон-Тики». А почему он был так уверен, что плот поплывёт именно в нужную сторону, а не на север или на юг?
327. В каком районе Земли мореходство имеет наиболее древнюю историю? На каких принципах оно было основано? Почему Мировой океан завоевали мореходы иной цивилизации?
328. За счёт каких сил парусные суда могут идти против ветра?
329. Каково давление воды на дне Марианского желоба (глубина 11,5 км)?
330. Каким образом всплывает и погружается подводная лодка?
331. Как плавает квадратный брусок: на боку или на грани?
332. Чем отличаются кильватерный след от утёнка и от линкора?

333. Два одинаковых корабля идут с одинаковой скоростью: один из пушки массой M стреляет снарядом массой m , другой запускает ракету массой M с зарядом m . У кого из них будет больше «отдача» назад, если максимальные скорости снаряда и ракеты одинаковые?
334. В книге Я. И. Перельмана «Занимательная механика», изданной в 1935 г., указано, что глубочайшее место океана находится «близ Антильских островов» — 13500 м? Откуда могла получиться такая странная цифра?
335. Могут ли существовать морские пороги? А морские водопады?
336. Какой океан открыли последним? Какие ещё даты «открытия» океанов Вы знаете?
337. При каком давлении могут жить глубоководные рыбы? Если такую рыбу вытащить на поверхность — она взорвётся?
338. Чем определяется высота океанских волн на Земле? Какой высоты они могут быть?
339. Почему волны поворачивают к берегу? Всегда ли так?
340. Вода, как известно, течёт сверху вниз. А как же океанское течение вокруг Антарктиды? Оно где-то само себя «выше»?
341. Гольфстрим выходит из Мексиканского залива со скоростью 5–7 км/час. Насколько в нём уровень воды в заливе выше, чем в океане?
342. Гольфстрим иногда называют тёплой «океанской рекой». Что удерживает его «в берегах», они же жидкие, из такой же воды?
343. За историческое время остров Сейбл в Северной Атлантике переместился на несколько сот метров. Как это ему удалось?
344. Что легче сжимается: вода или металл?
345. У побережья Альбиона есть знаменитая отмель — зыбучие пески Гудвина, кладбище кораблей всех эпох. Каким образом «старине Гудвину» удаётся «проглатывать» и старые деревянные и современные стальные корабли?
346. Капитанам крупных судов прекрасно известен т. н. эффект «притяжения кораблей», — в частности из-за него чуть было не был отложен выход в море «Титаника». Так ли велики в действительности эффекты гравитации?
347. Что может произойти, если подводная лодка ляжет в илистый или песчаный грунт?
348. Если бы наша планета Земля была бы совсем ровной — какой глубины океан покрывал бы её?
349. Сколько весит Мировой океан (примерно)?

350. «Разверзлись хляби небесные» — и случился всемирный потоп. А сколько всего воды нужно вылить дождём, чтобы потоп получился действительно «всемирным»?

351. Если удачно бросать достаточно плоские камушки, то при некотором навыке можно добиться эффекта «блинчиков» — камень несколько раз отскакивает от воды. Как зависит число отскоков от формы и скорости камня? Имеет ли эта забава какое-либо практическое применение?

352. Нетрудно подсчитать, что на поверхности Земли сила притяжения к Солнцу намного больше, чем к Луне. Почему же лунные приливы выше солнечных?

353. Где наблюдаются самые большие приливы и почему именно там?

354. Почему во все времена мыс Доброй Надежды пользовался недоброй славой и как это можно объяснить с научной точки зрения?

355. Некто рассказывал, что лавовый поток от извержения вулкана продолжал своё движение под водой, за чертой берега. Возможно ли такое?

356. «Титаник» на момент постройки (1912 год) был самым большим пассажирским пароходом в мире. Почему столь огромные суда стали нужны? Какие самые важные, на Ваш взгляд, последствия имела данная транспортная стратегия? Какие суда ещё больших размеров Вы знаете, и для чего они были нужны?

357. «Титаник», как известно, шёл на побитие рекорда по скорости. Почему капитан отклонял курс корабля к северу, хотя Нью-Йорк расположен на 10° широты южнее Лондона?

358. «Титаник» рекламировали в качестве «непотопляемого» парохода, и действительно, инженеры многое для этого сделали. Однако он, как известно, столкнулся с плавучим айсбергом и затонул. Возможно ли создание действительно непотопляемого судна?

359. А не лучше ли было бы, если бы айсберги в воде тонули?

360. Оцените, за какое время после погружения «Титаник» упал на дно океана?

361. Предположим, что океанский лайнер имеет форму параллелепипеда с размерами a , b , c , массу M , и разделен по длине на N водонепроницаемых отсеков. В результате столкновения k первых отсеков наполнились водой. Какой угол дифферента (наклона на нос) получит лайнер и какая часть его палубы останется над водой? При каком числе k лайнер останется на плаву?

362. Почему подводные лодки, принцип которых основан на законе Архимеда, широко используются, а дирижабли (на том же принципе) — уже давно исчезли?
363. Выдающийся немецкий химик Фриц Габер предложил для выплаты репараций Германии после 1 мировой войны добывать золото из морской воды. Сколько всего золота плавает в Мировом океане, если его концентрация в морской воде составляет $4 \cdot 10^{-9}$ г/л (средняя глубина океана около 4 км)?
364. В Чёрном море, как известно, от глубины 130 м и до дна находится слой сероводорода. Почему он образовался? Почему такого не наблюдается в каких-либо иных морях? Какие Вы знаете еще «двуслойные» моря?
365. В каком районе океана курсировал «Летучий Голландец»?

Глава 7. Какое небо голубое (атмосфера)

366. Отправляясь в путешествие на воздушном шаре, с собой берут много лишнего груза (балласт). Зачем?
367. Какова равнодействующая сила давления воздуха на дне воздушного океана?
368. Некто предложил прорыть канал насквозь через центр Земли для проведения опытов по свободному падению тел. Какова будет плотность воздуха в центре Земли?
369. Жарким летом Вы собрались полетать на планере. Как следует одеваться?
370. Можно ли придумать (создать, вообразить) газ легче водорода?
371. Можно ли испечь пирог высоко в горах?
372. В 1654 г. Отто Герике продемонстрировал свой знаменитый опыт с «магдебургскими полушариями», которые с трудом могли разорвать 16 лошадей. Какой диаметр имел шар? Почему потребовалось чётное и столь большое число лошадей и куда их следовало впрягать?
373. На сколько уменьшается давление воздуха при подъёме на верх Останкинской башни (545 м)?
374. Атмосферное давление зависит и от высоты, и от погоды. Какой же смысл его измерять?
375. Почему мы (как правило) плохо себя чувствуем при пасмурной погоде (при низком давлении) и лучше при ясной погоде (высокое давление), но напротив — хорошо в горах (низкое давление) и тяжело в душных низинах (высокое)?

376. Почему в летний погожий день у облаков, образующихся на небе, плоский низ, расположенный на одной высоте?
377. В чем принципиальное различие дирижаблей (с жёсткой оболочкой) от воздушных шаров (мягкая оболочка)?
378. Почему воздушные шары перестали использовать?
379. Почему в стратосфере температура воздуха с высотой повышается, а у поверхности земли — наоборот, падает?
380. Почему в астрономии предпочитают измерять расстояние светила от зенита, а не от горизонта?
- 381.** В большом зале на 1000 мест один невоспитанный товарищ выкурил 1 (всего одну!) сигарету. Сколько частиц дыма и пепла после этого попадает в лёгкие каждого из присутствующих при каждом вдохе?
382. Чем вызвано различие в блеске яркой звезды от планеты?
383. Могут ли звезды не мерцать? Могут ли планеты мерцать?
384. Мерцает ли Плутон? А Юпитер? А может ли мерцать Солнце?
385. Оцените скорость снижения парашютиста.
386. Какова скорость снижения на парашюте?
387. С какой скоростью падает человек с нераскрытым парашютом?
388. Может ли тело падать в воздухе со сверхзвуковой скоростью?
389. Могут ли летать птицы размером больше 10 м?
390. Какие движения совершает парящий орёл?
391. Для чего летающим змеям приделывают хвосты?
392. Почему у многих народов символом души является птица?
- 393.** Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?
394. Какое влияние оказывают воздушные массы по горизонтали и вертикали на ядро, выпущенное вверх из пушки?
395. Каково наше ежедневное перемещение в слоях атмосферы относительно воздуха? Когда оно минимально? Максимально?
396. Где и когда изобрели зонтик? Сочетание каких условий было необходимо для изобретения этого прибора?
397. Пользовались ли во время дождя зонтиком римские императоры? Когда зонтики появились у нас?
398. Чем роса отличается от дождя?
399. Каков предел размера капель?
400. Почему градины могут быть намного больше, чем капли?
401. Где давление больше: в маленькой капле или в большой?

402. Ходжа Насреддин спрятал клад под облаком, потом вернулся и, естественно, не нашёл его. «Меня не удивляет то, что украли клад, сказал ходжа, — но кто смог украсть облако?» А какое облако не убежит со своего места?
403. Почему в 16 часов всемирного времени на Земле в два раза больше гроз, чем в 04 часа?
404. Какую погоду приносит циклон над Европейской частью России?
405. Во сколько раз уменьшится количество тополиного пуха в воздухе после средней по силе и продолжительности грозы?
406. Когда воздух над Москвой лучше очищается: летом при средней грозе или зимой при среднем снегопаде?
407. «Ночной зефир / Струит эфир...». О каком природном явлении А. С. Пушкин говорит здесь средствами поэзии? Как можно это же явление описать в научных терминах?
408. Когда Альбион стал «туманным»?
409. Как известно, воронка воды в ванне может вращаться в произвольном направлении. Почему же циклоны вращаются строго по силам Кориолиса?
410. «Чикун» — это тёплый сухой ветер, который кое-где спускается со Скалистых гор в США. Температура в зоне этого ветра может на 30 °C превышать температуру окружающего воздуха, а его скорость достигает 130 км/ч. Кажется непонятным, почему тёплый ветер спускается с холодной горы?
411. 20 июня 1998 года над Москвой пронёсся мощный ураган. Почему сломанные деревья были повалены не везде, а в некоторых местах в виде «полос»? Почему образовался подобный ураган, какова была его ширина у поверхности земли и скорость ветра? Чем он отличается от тропических тайфунов?
412. Можно ли видеть одноцветную радугу?
413. Старинное предание утверждает, что радуга указывает на спрятанные сокровища, — в том месте, где она касается земли. А что если и вправду там покопаться?
414. Какого газа в атмосфере в 30 раз больше, чем CO₂?
415. Какой газ в составе нашей атмосферы может изменяться сильнее всего?
416. В каких местах можно задохнуться? Почему?
417. На сколько изменится подъёмная сила дирижабля, если он от тропического океана перелетит в пустыню Сахара? Считать, что дирижабль имеет постоянный объём и наполнен гелием, а температура воздуха везде +35 °C.

418. Как изменится атмосферное давление, если все океаны испарятся?
419. Как изменится температура атмосферы Земли, если все океаны испарятся?

420. На ранних этапах истории Земли её атмосфера состояла из азота и углекислого газа (до 35%), а сейчас его совсем мало (0,03%). Куда же подевался почти весь CO_2 Земли?

421. В среднем за 2000 лет весь свободный кислород атмосферы Земли проходит через цикл фотосинтеза. Сколько (примерно) раз на нашей планете растениями воспроизводились молекулы O_2 , аналогичные тем, которыми Вы в данный момент дышите?

422. Когда росли каменноугольные леса и жили динозавры, на Земле было жарко и влажно. Во время оледенения мамонты, например, хотя и имели мощную шерсть, но всё равно замёрзли. Потом опять потеплело; в Европе расположились субтропики, где жили львы, а в Сахаре все высохло, и она превратилась в пустыню. В средневековье было сильное похолодание (в 829 и 1010 гг. замерзал Нил), а сейчас говорят о глобальном потеплении. Отчего бывают такие скачки, и что нам лучше покупать: дублёнку или панамку?

423. Открытие озонных дыр вызвало широкий интерес и беспокойство общественности. Чем оно вызвано?

424. Космонавт В. И. Севастьянов так описывает впечатление от некоторых облаков, наблюдаемых из космоса: «Эти облака завораживают. Холодный белый цвет — чуть матовый, иногда перламутровый. Структура либо очень тонкая и яркая на границе абсолютно чёрного неба, либо ячеистая, похожая на крыло лебедя, когда облако проектируется на фон Земли». Эти же облака можно наблюдать с поверхности Земли во время сумерек. О каких облаках идёт речь?

425. Какими процессами можно объяснить появление озоновых дыр (обратите внимание на их расположение относительно геологических структур Земли, широтное расположение, влияние астрономических факторов)?

Глава 8. Я на солнышке лежу

426. Где можно увидеть мифическое средство передвижения древнегреческого бога Солнца Гелиоса?

427. Как известно, Земля вращается вокруг Солнца. А стоит ли Солнце на одном месте?

428. В детской сказке К. Чуковского «Украденное солнце» нехороший крокодил солнце проглотил. Какое небесное явление послужило прообразом такого «крокодила»?
429. В полдень солнце на юге, а в полночь где?
430. Во сколько раз светлее ясным днём, чем ночью в полнолуние?
431. Какого цвета Солнце? Зависит ли его цвет от местности?
432. Многие любят, чтобы окна смотрели на юг — так в комнаты попадает больше света. А можно ли сделать так, чтобы помещение освещалось солнцем всё время равномерно? Можно ли так построить дом, чтобы все его окна смотрели на юг?
433. На сколько «сплюсциваются» Луна и Солнце возле горизонта?
434. Почему люди, как правило, не замечают частные солнечные затмения?
435. Почему при солнечном затмении (в частной фазе) солнечные блики на земле превращаются в «серпики»?
436. Солнце излучает энергию во всём диапазоне электромагнитных волн: от гамма до радио. Когда мы выходим «позагорать», что на нас воздействует больше всего?
437. Известно что, загорая в полдень, можно просто «сгореть». А вот опасность солнечного ожога в утренние и вечерние часы практически нулевая. Почему?
438. Как правильно загорать: лежа, сидя или стоя? У кого больше вероятность рака кожи и катаракты: у сельского или городского жителя?
439. Что больше: воздушный змей или его тень?
440. Старик Хоттабыч прилёг под тенью ковра-самолёта и задремал, а шаловливый школьник решил над ним подшутить и стал плавно увеличивать высоту парения ковра, удерживая тень над головой Хоттабыча. Как скоро солнечный луч разбудит Старика Хоттабыча?
441. Солнце, как известно, газовый шар. Если его «бросить в воду», оно будет плавать или утонет?
442. Всем прекрасно известны расходящиеся лучи Солнца. А можно ли видеть сходящиеся лучи Солнца?
443. Некто утверждал, что в 6 часов утра солнце находится на востоке, в 18 часов — на западе. Насколько при этом можно ошибаться?
444. Когда длина тени от предмета больше: при отвесном падении лучей солнца на него или при косом?
445. Как далеко простирается тень Земли?

446. В Риме, Лондоне и некоторых других городах можно видеть обелиски, вывезенные в свое время из Египта. Считается, что помимо архитектурных деталей египетских храмов такие обелиски служили и в качестве гномонов для гигантских «уличных» солнечных часов. Имеет ли значение для этого форма обелиска? С какой скоростью может «бежать» тень такого гнома? С какой точностью такие солнечные часы могут показывать время?

447. Если на протяжении года фиксировать положение солнца в один и тот же момент времени по обычным часам (например, фотографировать его), то положение видимого диска Солнца на небе образует характерную кривую, которая называется «аналемма» и по форме похожа на «8». Почему получается именно восьмёрка, а не круг, эллипс или ещё что-нибудь? Почему нижнее кольцо больше верхнего? Смоделируйте ситуацию, когда аналемма была бы похожа на знак бесконечности ∞ .

448. По масонской символике храм Соломона имеет только три окна, и лишён окна с северной стороны, т. к. с севера не светит солнце, а соответственно, не льётся «божественный свет». А в каких случаях Солнце светит только с севера, не заходя в южную часть неба?

449. Можно ли Солнцу «поставить градусник», или как измерить температуру Солнца?

450. Когда иссякнет Солнце?

451. Почему практически во всех религиях мира используются светильники и лампы в качестве символа «вечного света»?

452. Некто предложил для определения расстояния от Земли до Солнца использовать радар, и измерять временную задержку отражённого сигнала от солнечной поверхности. Как Вы отнесётесь к этой идее?

453. Какой драгоценный камень в античности считался «затвердевшими солнечными лучами» или «слезами Фэтона»?

454. Температура в центре Солнца достигает 15 млн. градусов или 1,5 кэВ, а потенциальный барьер, который нужно преодолеть двум протонам, чтобы вступить в реакцию синтеза гелия, примерно равен 300 кэВ. Почему же реакция синтеза водорода в гелий на Солнце всё же идёт?

455. Известно гениальное стихотворение М. В. Ломоносова, описывающее поверхность Солнца. Почему Солнце бурлит?

*«... Когда бы смертным столь высоко
Возможно было взлететь,
Чтоб к солнцу наше бренно око
Могло, приблизившись, воззреть,*

*Тогда б со всех открылся стран
Горящий вечно Океан.
Там огненны валы стремятся
И не находят берегов;
Там вихри пламенны крутятся,
Борючись множество веков;
Там камни, как вода, кипят,
Горящи там дожди шумят. . . »*

456. М. В. Ломоносов утверждал, что впечатляющее зрелище северного сияния имеет электрическую природу, а хвосты комет также отклоняются за счёт электрического воздействия от Солнца. Как эти явления интерпретирует современная наука?

Глава 9. Время и сезоны

457. Когда наступает весеннее равноденствие?

458. Почему в декабре в 4 часа вечера уже темно, а в июне в 4 часа утра уже светло?

459. Раньше отсчитывали дневные и ночные часы от восхода и заката солнца. На сколько они могли различаться по длительности? Когда случаются самые длинные и самые короткие сутки?

460. По латыни «секунда» — значит «вторая». После чего «первого» она — вторая?

461. В какую историческую эпоху возникла 7-дневная неделя?

462. Сколько дней в 2000 году? А сколько дней в году может быть?

463. Сколько дней в году было бы, если бы Земля вращалась вокруг своей оси с той же скоростью в противоположную сторону? Сколько дней в году стало бы, если бы Земля вращалась по орбите вокруг Солнца с той же скоростью в противоположную сторону?

464. Сколько раз можно справлять Новый год по разному времени?

465. Сколько раз можно справлять Новый год по разным календарям?

466. Кто осуществил последнее изменение нашего календаря? Кто ещё «приложил руку» к этому делу?

467. Когда по григорианскому календарю наступит следующий год, аналогичный 2000? Какие годы в прошлом были такими?

468. В 525 г. архивариус папы Римского Дионисий (по прозвищу «Малый Любопытный») предложил считать годы от рассчитанного им момента Рождества Христова. Зачем это понадобилось? На сколько

при этом «новый» стиль отличался от «старого»?

469. Правда ли, что одним из поводов Варфоломеевской ночи (резня 24.08.1572 гугенотов в Париже) было то, что протестанты и католики праздновали одних и тех же святых в разные дни?

470. На каких физических принципах основывалось действие часов в древности?

471. Как в Китае по движению «небесного императора» определяли времена года?

472. В Древнем Египте астрономы наблюдали моменты восхода звёзд, определяя время с точностью до долей часа. Как они это делали ночью?

473. Показывают ли водяные часы время равномерно (по делениям)?

474. Можно ли использовать Останкинскую телебашню в качестве гномона солнечных часов?

475. В 18 веке существовали даже настольные солнечные часы. Какова могла быть их точность? Сколько стрелок они должны иметь?

476. У парижских часовщиков в своё время был девиз: «Солнце показывает время обманчиво». Что это означает? Так ли это на самом деле?

477. Как можно пользоваться Большой Медведицей в качестве часов?

478. Когда отказались от звёзд в счёте времени?

479. Какие небесные объекты можно использовать в качестве эталонных часов? Какие нельзя и почему?

480. Предложите несколько технологий равномерного времени. Какие физические процессы реально используются для хранения времени?

481. Некоторое время назад был создан детский фильм «Сказка о потерянном времени», в котором хитрые старички и старушки (немного похожие на гномов) забирали «ненужное» время у всякого рода лентяев и бездельников; так что те быстро старели, а они, наоборот — молодели. Какие реальные физические процессы можно привести в качестве аналогий? Возможна ли передача «порций» времени от одного объекта к другому?

482. В Санкт-Петербурге ровно в 12 часов дня раздаётся выстрел из пушки со стен Петропавловской крепости. Теперь это всего лишь дань традиции, сохраняющейся с давнего времени (аналогичные выстрелы выполняются и в некоторых других городах России). А зачем в своё время понадобилось это вводить? Где еще существуют подобные мероприятия?

483. Если в качестве «бегущей» стрелки часов использовать солнечный зайчик, — какова может быть ошибка во времени?

484. В справочниках приводится период вращения Земли, равный 86164,0989 с. Между тем, если перемножить число секунд в сутках (24 часа, 60 минут, 60 секунд), то получится 86400 секунд. Где же остальные $86400 - 86164,0989 = 235,9011$ секунд?
485. Почему на кривой уравнивания времени (между средним и истинным солнечным) 2 «горба», а не 1?
486. Со времени начала строительства железных дорог и до 1919 г. в России существовало т. н. «вокзальное» время. Что это было за время? Куда оно потом подевалось?
487. В 19 веке в городах Кунцево и Перово (ныне оба они находятся в административных границах г. Москвы) время было разное. На сколько отличалось?
488. Сколько разных времён (т. е. положений стрелок часов) существует на Земном шаре одновременно?
489. Что такое «всемирное время», ведь на земле везде время разное?
490. Когда и где начнётся 3-е тысячелетие? Можно ли это событие «увидеть»?
491. В какое время суток виден Орион в сентябре и в марте?
492. В каком городе день прибавляется быстрее всего?
493. В нашей стране стрелка часов переведена на 1 час вперёд. Зачем нужно «декретное» время?
494. Зачем многие страны применяют «летнее» время?
495. Насколько изменяются пределы дня и ночи в разные сезоны на экваторе? А в тропиках?
496. Может ли быть рассвет на противоположных концах Земного шара одновременно?
497. Для чего часто вводят собственное «декретное время» в экспедициях и туристских походах? В какой ситуации целесообразно введение декретного времени, отличающегося от поясного на 12 часов?
498. Два приятеля обсуждают что-то и договариваются о времени своей следующей встречи. Один говорит: «завтра к вечеру», а другой — «сегодня вечером», после чего они довольные расходятся в полном согласии. Может ли так быть и в каком случае?
499. Автору довелось слышать выражение: «В 15 часов утра». Что бы это значило?
500. В чем принципиальное отличие капельной клипсидры от обычных водяных часов (с вытекающей водой)?
501. Современные эталонные часы (стандарты частоты) имеют относительную ошибку 10^{-16} . За какой период времени у таких часов «набежит» ошибка 1 с?

502. У древних римлян существовал очень специфический бог — Двуликий Янус. Какую он выполнял хронологическую функцию? Когда мы с вами «вспоминаем» этого бога?
503. У древних египтян богиня Нут («небо») каждое утро заглатывала всех своих дочерей («звёзды»), и каждый вечер рождала их вновь. Почему для этой богини была предложена иная суточная процедура, чем для бога Ра?
504. Что означает термин «стрела времени»? Почему время не может обратиться вспять?
505. Во многих культурах мира присутствует образ змея, проглатывающего свой хвост — Уроборос. Почему он так популярен и что он означает?
506. Одинаково ли будут идти часы с пружинным заводом на вершине горы и на морском побережье?
507. Многие думают, что лето наступает тогда, когда Земля ближе к Солнцу, а зима — когда дальше. Насколько это верно?
508. Верно ли, что в Северном полушарии зима короче, чем в Южном?
509. Русская пословица: «Солнце на лето — зима на мороз». Почему зима отстаёт на 2 месяца?
510. Русская пословица: «Тише едешь — дальше будешь». А почему человечество так гонится за скоростью? Приведите примеры, когда быстрота предпочитается в ущерб комфорту.
511. Можно ли на обычной скорости (не субсветовой) существенно замедлить ход времени или даже обратить его вспять?

Глава 10. Вышел месяц из тумана

512. К. Чуковский: «Вот была потом забота за Луну нырять в болото и гвоздями к небесам приколачивать». А и впрямь, может ли Луна на небе остановиться?
513. Может ли Луна на небе двигаться в обратную сторону? Как это будет выглядеть?
514. Насколько безлунная ночь темнее полнолуния?
515. На сколько месяц может «кланяться»? (наклон вправо-влево)
516. Можно ли увидеть тонкий месяц высоко над головой?
517. Почему Гораций и Овидий называли Луну «трёхликое светило»?
518. Как быстрее всего из «молодого» месяца сделать «старый»?
519. Какой символ для молодой Луны применяли египтяне?
520. Может ли Луна выглядеть тонким месяцем рогами вниз, выпуклостью вверх?

521. Нередко на рисунках и эмблемах изображают месяц, смотрящим на Солнце. В чём здесь ошибка?
522. Можно ли, глядя на Луну, достаточно точно сказать (или даже указать), где сейчас Солнце?
523. У какого Месяца рога смыкаются?
524. Можно ли нарисовать Месяц из двух кругов?
525. Как отличить Месяц от частного лунного затмения?
526. У кого затмения бывают чаще — у Луны или Солнца?
527. Когда в старину люди видели Луну кровавого цвета, они с испугом ждали смерти правителей, войн или мора. О чём сейчас нам говорит цвет Луны при затмении?
528. Как изменится продолжительность лунного затмения, если Луну «отодвинуть» от Земли вдвое дальше?
529. Нередко после восхода Луны около её первой четверти на небе можно видеть, что выпуклость месяца смотрит вовсе не на Солнце, которое ещё не скрылось, а значительно выше него. Может быть, мы видим «искривление» лучей Солнца?
530. Как, глядя на Луну, определить, в какой фазе сейчас с неё видна Земля?
531. Почему астрономы говорят, что солнечные затмения на Земле уникальны во всей Солнечной системе?
532. Можно ли наблюдать лунные затмения с другой планеты?
533. Какова максимальная продолжительность солнечного затмения?
534. Какова наибольшая ширина полосы солнечного затмения?
535. А её наибольшая протяжённость?
536. Почему солнечные затмения случаются чаще, а наблюдаются реже?
537. Во время Солнечного затмения 22.07.1990 г. автору сильно не повезло: над Чукоткой была сплошная облачность. Но зато это позволило в буквальном смысле увидеть, как над головой пробежала тень Луны, как будто сверху закрылась «заслонка» или «шторка». С какой скоростью эта шторка двигалась? За какое время она закрыла всё небо, если облака были на высоте около 1 км?
538. Во время полного затмения по всему горизонту горит т. н. «заревое» кольцо. Почему оно образуется и какого оно цвета?
539. В последний момент перед полным затмением, когда от Солнца остаётся только светящаяся полоска, по земле пробегают характерные волнообразные тени, или «бегущие полосы». Отчего они появляются? Почему они не видны в другое время?
540. Как можно наблюдать корону Солнца без полного затмения?

541. Как затмения Солнца «помогли» теории Эйнштейна?
542. Почему период между прохождениями Луной узлов своей орбиты получил название «драконического» месяца?
544. Почему одни и те же астрономические слова могут быть написаны с маленькой или заглавной буквы (луна—Луна, солнце—Солнце)?
545. В редких случаях бывает так, что Солнце и затмение Луны видны одновременно. Означает ли это, что Земля больше их обоих?
546. Как часто солнечное затмение может происходить в одних и тех же местах?
547. В какой стране мира затмения происходят чаще всего?
548. Откуда Луна «наезжает» на Солнце на экваторе: сверху или снизу?
549. А могут ли быть полные затмения точно на полюсе?
550. Астрономические справочники утверждают, что Солнце имеет видимую звёздную величину -26^m , а Луна -13^m . Неужели Луна всего в 2 раза слабее Солнца?
551. Почему Луна светит, но не греет?
552. Как приливы влияют на погоду?
553. Где приливы выше: в атмосфере или в океане?
554. Какие физические или иные воздействия Луна может оказывать на земные дела?
555. Когда человечество «заглянуло за угол» и увидело обратную сторону Луны?
556. Тем не менее, на атласах Луны, изданных ещё в 19 веке, показаны оба лунных полушария. Как это может быть?
557. Какие Вы помните затмения, имевшие театральные, литературные или исторические последствия?
- 558.** На сколько различается звёздная величина Луны в полнолуние и в третьей четверти?
559. В религии манихейства говорится, что в течение первой половины месяца частицы света поднимаются с земли и образуют полную Луну, а затем ещё за полмесяца отправляются выше, — к Солнцу. Известны ли Вам какие-либо другие красивые объяснения фаз Луны?

Глава 11. Космография

560. Вокруг чего вращается небо?
561. Откуда произошло выражение «быть на седьмом небе»? Сколько всего «небес» бывает?

562. Самым высоким всегда считалось небо «неподвижных» звёзд. Насколько высоко его размещали? Насколько неподвижны «неподвижные» звёзды?
564. Где находится центр видимой небесной сферы?
565. Зачем было затеяно строительство Вавилонской башни? Какой высоты могла быть эта башня?
566. Куда направлен шпиль Останкинской башни? Если, например, его продолжить лазерным лучом, как это будет выглядеть для внешнего наблюдателя?
567. Перечислите зодиакальные созвездия.
568. По каталогам звёзд, составленным много веков назад (например, «Альмагест» Птолемея или «Зидж» Улугбека), астрономы могут независимо и достаточно точно определить время, когда производились эти наблюдения звёзд. За счёт чего это возможно?
569. Круг Зодиака был установлен в Древнем Вавилоне около 40 веков назад (первые упоминания). На сколько за это время зодиакальные созвездия «съехали» со своих прежних мест? Где находилось Солнце во время весеннего равноденствия тогда и где теперь, в 2000 г.?
570. Когда Земля движется по орбите быстрее: зимой или летом?
571. Если Землю положить на воображаемый «стол», движущийся по земной орбите, то с какой силой Земля будет на него давить?
572. Некто утверждал, что если бы Земля остановилась хотя бы на 1 миллионную долю секунды, то неизбежно бы упала на Солнце. Насколько «упадёт» Земля за это время?
573. Насколько могут отличаться центр Земли и центр небесной сферы?
574. Планеты, как известно, вращаются вокруг Солнца. А как выглядит вращение Солнечной системы с точки зрения «внешнего» наблюдателя?
575. Рассказывают, что Джотто (1267–1337), когда его попросили нарисовать что-нибудь для римского папы, одним движением провёл линию столь искусно, что его круг был близок к идеальному. «Не нарисуете ли Вы еще что-нибудь?» — спросили его. «И этого слишком много» — ответил он. А сможем ли мы заметить отклонение от идеального круга, если нарисуем орбиту Земли в том же масштабе?
576. Как, тем не менее, можно наглядно увидеть эту «некруглость»?
577. Далеко ли от Солнца до второго фокуса эллипса земной орбиты?
578. Древние египтяне считали, что ночью бог Ра (Солнце) движется под землёй. Когда до него ближе: днём или ночью?
579. А сейчас, в космическую эпоху, когда мы ближе к Солнцу:

в полдень или вечером?

580. Как изменится продолжительность года, если отодвинуть Землю на 1 м дальше от Солнца?

581. Благодаря какому небесному телу И. Ньютон вывел свой закон всемирного тяготения?

582. Знаете ли Вы случаи, когда небесные тела движутся не по закону тяготения Ньютона? Какие силы за это ответственны?

583. Говорят: ах, космические скорости! А какие небесные тела Вы сами могли бы реально обогнать?

584. Сколько времени Земля падала бы на Солнце, если бы вдруг остановилась на орбите?

585. Какие небесные тела движутся аналогично маятнику? Можете ли Вы привести другие «земные» аналогии движений небесных тел?

586. Предположим, Вы захотели построить модель Солнечной системы, используя какие-нибудь предметы обычных размеров (надувные шарики, теннисные мячики, или от пинг-понга). Площадка каких размеров Вам для этого потребуется?

587. Как можно узнать расстояния до планет, звёзд и галактик? Кто это сделал впервые? Кто наиболее широко «раздвинул» нашу Вселенную?

588. Некоторые исследователи полагают, что Солнце может быть двойной звездой, и неоткрытый пока ещё объект, — наш спутник, получил имя «Немезида». Каким физическим требованиям такой спутник должен соответствовать?

589. Ломаный крест или «свастика» известен с 2000 г. до н. э. (по раскопкам Мохенджо Даро). Какой символический смысл он имеет в разных культурах мира?

590. Почему циркуль стал символом астрономии, географии и архитектуры?

591. Некто утверждал, что измерил изменение величины ускорения свободного падения в зависимости от сезона года. Какие легко наблюдаемые последствия имел бы этот эффект, если бы существовал в действительности?

592. На каких объектах возможно создание действительно инерциальной системы отсчёта — равномерной, прямолинейной, без вращения?

593. Последнее время всё большее распространение получает система глобального спутникового позиционирования (GPS). Какие принципиальные недостатки она имеет?

Глава 12. Числа и структуры

594. Какое действие с «астрономическими» числами В. И. Ленин называл «зачёркиванием ноликов»? Сколько раз и как часто это арифметическое действие выполнялось в нашей стране?

595. Какими «астрономическими» системами счёта мы постоянно пользуемся в повседневной жизни?

596. На флаге какого государства мира изображена двоичная система исчисления?

597. Автор зафиксировал следующий момент времени:

20 ч 02 м 20.02.2002 г. Как часто случаются такие красивые мгновения? Когда ждать следующего?

598. Что означает выражение «Москва — третий Рим»?

599. Почему 3 рейх (фашистская Германия) имел порядковый № 3 ?

600. Почему видеокамеры, теодолиты и другие точные инструменты устанавливаются на треноги?

601. Чем определяется то обстоятельство, что у животных 4 конечности? Почему не больше или меньше?

602. Почему у нас 5 пальцев? Почему не больше или меньше?

603. Почему карандаши делают 6-гранными?

605. Расставьте следующие понятия в логическую причинно-следственную зависимость: 7 дней каждой фазы Луны, 7 дней в неделе, 7 видимых планет, 7 дней творения мира.

606. Какая иная цифра занимает аналогичное положение в культуре Китая: число планет, число сторон света, число цветов и металлов?

607. Верно ли утверждение, что если разливать стандартную ёмкость 0,5 л на 3 стакана, то получается ровно по 8 «бульков»?

608. В Древнем Вавилоне високосный месяц лунного календаря называли «ворон несчастья», а в Риме — «марцедоний». Когда он случался, то почему его боялись? Когда он исчез?

609. Какая денежная система, основанная на астрономических принципах, просуществовала до 2002 г.?

610. Многие опасаются числа 13. А какой «чертовой дюжине» обычно радуются?

611. Завершите следующие числовые последовательности:

1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, ?

10, 50, 100, 500, ?

?, 1, 3, 5, 10, 25, 100, ?

612. Какие элементы пропущены в последовательностях:

1, 3, 5, 10, ?, 50, 100.

50, 100, ?, 500.

1, ?, 5, 10, 20, 50, 100.

613. Какое наибольшее число в аналогичных последовательностях может быть?

614. Когда верны следующие уравнения:

$$9 + 5 = 2$$

$$7 - 11 = 8$$

615. Если земной шар плотно-плотно опоясать металлическим рельсом, а потом добавить в него ещё 1 м, то сможет ли пролезть под ним кошка?

616. По преданию, Атлантида имела правильную круговую структуру. Какие столицы имеют круговую структуру, а какие — нет, и почему?

617. Почему Данте для описания ада избрал круги?

618. Какие Вы знаете лабиринты? С какой целью они создавались?

619. По Откровению Иоанна «небесный Иерусалим» представляет собой куб со стороной 12 000 стадий (около 2220 км). Какому типу астрономических объектов «Иерусалим-2» может соответствовать?

621. На примере какого физического объекта Пифагор проводил исследования гармонии чисел? Какую аналогию можно провести для гармонии Вселенной?

623. Большие государства (особенно империи), как правило, делятся на более мелкие территориальные единицы (номы, провинции, улусы, княжества, генерал-губернаторства и т. д.). Почему? Расположите некоторые из известных Вам государств в порядке убывания числа их подразделений. Какое их наибольшее число может быть?

624. Чем знаменито число Погсона 2,512?

625. Почему астрономы часто используют число 206265? Что оно означает?

Глава 13. В открытом космосе

626. Верно ли утверждение, что истинная невесомость наступает в той точке космоса, где притяжение Земли и Луны точно компенсируют друг друга?

627. По древнегреческому мифу наковальня бога Вулкана падала с неба 9 дней. С какой высоты она в таком случае свалилась?

628. Чем отличается траектория самолёта, имитирующего невесомость, от траектории реактивного космического корабля?

629. Вам предложили в невесомости выкопать яму (скажем, в порядке озеленительного субботника на орбитальной станции). Как Вы поступите?

630. В космос одинаковым образом запустили два одинаковых спутника: один из них всё излучение поглощает (абсолютно чёрный), а другой — всё отражает (белый или зеркальный). Как они будут отличаться в дальнейшем?

631. В космос запустили два сферических спутника: один зеркальный, а другой — идеально матовый. Можно ли будет их различить визуально?

632. Как проще и точнее повернуть спутник на заданный угол, например, на 5 с половиной градусов?

633. Считается, что космические аппараты удобнее запускать с космодромов вблизи экватора. Для чего тогда построен космодром Плесецк вблизи полярного круга?

634. Космическая станция вращается вокруг Земли по орбите на высоте 300 км. Сколько необходимо иметь наземных станций слежения для обеспечения непрерывной связи, если сигнал устойчиво принимается при высоте станции над горизонтом 10 град.?

635. Можно ли так запустить спутник, чтобы он постоянно «висел» над заданной точкой Земли?

636. Как изменяется со временем скорость спутника, движущегося в разреженной атмосфере?

637. Ракета взлетает с ускорением $2g$. Каков будет период качаний маятника длиной l м в кабине ракеты? Каким станет период качаний при спуске ракеты с ускорением $2g$?

638. Какая температура в открытом космосе? Если в космос выставить термометр, что он покажет?

639. Почему именно звезду Канопус (склонение $\delta = -52^\circ$) выбрали в качестве «главной навигационной звезды» всей мировой космонавтики?

640. Какой толщины стенки нужны для космической станции? А для подводного аппарата «Мир», опускающегося на глубину до 5000 м?
641. Как будет вести себя стакан воды на космической станции?
642. Почему для космонавтов необходимо изготавливать специальные «персональные» ложементы точно по форме их тела?
643. Спутник с постоянной орбитой вращается вокруг Земли и пересекает под 20 гр. в. д. экватор. Под каким градусом долготы он пересечёт экватор на следующем витке, если период его обращения составляет 1 час?
644. Как изменится скорость спутника, если он начнёт тормозить?
645. Пролетая мимо Плутона, космонавт решил немного прогуляться в открытом космосе и заодно почитать вечернюю газету. Сможет ли он это сделать?
646. Во время сборки орбитальной станции «Мир» один монтажник бросил другому гаечный ключ, но промахнулся. Какова дальнейшая динамическая судьба ключа, станции и монтажника?
647. Возможности космических технологий во многом ограничиваются микрогравитацией — возмущающими ускорениями на борту орбитальных станций. Оцените величину этих возмущений на обитаемой станции, если принять её массу за 1000 т.
648. В космосе летает огромное количество обломков старых спутников и взорвавшихся ракет: 10 000 шт. размером больше 10 см, до 150 000 шт. до 1 см, несколько миллионов — меньше 1 см. Предложите способы очистки «космического мусора».
649. Что такое телескоп Хаббла и какое он имеет значение в астрономии?

Глава 14. Наша соседка — Луна

650. Кто притягивает Луну сильнее — Земля или Солнце?
651. Оцените, какое влияние оказывает Луна на траекторию движения Земли вокруг Солнца.
652. Правда ли, что АМС «Луна-3» первой доставила на Землю снимки обратной стороны Луны?
653. Если следить за движением Луны с Солнца, то на какую фигуру будет похожа её орбита: круг, эллипс, многоугольник, розетка, или ещё что-нибудь? Будет ли эта фигура связной (все ли касательные будут лежать вне неё)?
654. Может ли Луна как-нибудь «оторваться» от Земли и стать

спутником Солнца?

655. Анаксагор (около 500–428 до н. э.) определил, что Луна представляет собой тело размером с Пелопонес. Как он сумел получить такой результат? Почему и насколько сильно ли он ошибся?

656. Филолай из Кротона (около 470–388 до н. э.) считал, что «Луна, как и наша Земля, населена животными и растениями, но только более крупными и красивыми. Живущие на Луне животные в пятнадцать раз больше земных». Почему Филолай принял коэффициент 15? Если на Луне реально создать подходящие условия, то какого размера могут достичь там животные и растения?

657. Аристарх Самоский (около 310–250 до н. э.) измерил диаметр Луны почти точно. Как?

658. Солнце у лунных жителей по небу смещается влево или вправо?

659. Почему мы так уверены, что Луна не поворачивается к Земле другой стороной, пусть даже очень-очень медленно? Может быть, в прошлые эпохи на неандертальцев или на динозавров смотрела другая сторона Луны?

660. Может ли существовать где-нибудь вторая Луна (еще один спутник Земли)? Может ли быть Луна у Луны (т. е. спутник самой Луны)?

661. Если видимую сторону Луны «расстелить» по Земле — какую примерно площадь она займёт?

662. Какие размеры имеют моря и океаны Луны? Реально ли их пересечь обычными средствами?

663. Как будут выглядеть лунные хребты и горы в сопоставлении с земными горами?

664. Чем лунные кратеры принципиально отличаются от кратеров на Земле?

665. Как вернее называть кольцевые горы на Луне — кратеры или цирки?

666. Можно ли полюбоваться лунным кратером, окинув его взглядом, например, с одного края?

667. Существует устойчивое выражение: «лунный пейзаж». Когда и почему оно появилось? Что здесь верно, а что — нет?

668. Есть ли на Луне скалы?

669. Какого цвета сама Луна: красная, жёлтая, белая, или серая?

670. Вы прилетели на Луну и посмотрели на её небо. Какие отличия от родного неба Земли Вам наверняка бросятся в глаза?

671. Вы прилетели на Луну и вдруг заметили, что Земля-то — сверху! Когда же она перевернулась?

672. Какими особенностями своего «внешнего вида» и «поведения» Земля в небе Луны существенно отличается от вида Луны на нашем небе?

673. До эпохи космических полётов в научно-популярной литературе бытовало мнение, что атмосфера Земли извне выглядит так же, как Венера. А можно ли с Луны различить на Земле материки и океаны? Видно ли Африку или, скажем, Сахалин? Какие детали на земной поверхности можно разглядеть с лунной станции?

674. На Земле мы видим, как Луна движется по небу среди звёзд. Будет ли Земля на лунном небе двигаться относительно звёзд так же, с такой же скоростью?

675. А каким образом на лунном небе относительно звёзд будет двигаться Солнце?

676. Какой Зодиак на Луне?

677. Можно ли на Луне устроить обычные солнечные часы (гномон)?

678. А можно ли в качестве «небесных» часов как-нибудь использовать Землю?

679. Как далеко Земля может отклоняться от своего обычного положения?

680. Смогут ли жители лунных поселений наблюдать корону Солнца во время затмений?

681. Вы проводите свои наблюдения с поверхности Луны в то время, когда для земного наблюдателя наступает полное лунное затмение. Опишите, что Вы увидите? А во время «земного» полного солнечного затмения?

682. Как влияет изменение расстояния от Земли до Луны на вид затмений на Луне?

683. Солнце притягивает Луну почти вдвое сильнее, чем Земля. Почему же Луна остаётся до сих пор спутником Земли, а не превратилась в самостоятельную планету?

684. Почему при полном лунном затмении температура на поверхности Луны падает более чем на 200°C , а Земля остывает всего на $2-3^{\circ}\text{C}$?

685. На Луне биологической жизни не было, нет и не будет (в свободной форме). Какого жизненно важного для этого химического элемента там практически нет?

686. Некоторые фантасты считали, что на обратной, невидимой стороне Луны может быть и жидкая вода и атмосфера. Возможно ли это, ведь туда до сих пор ещё никто не садился?

687. А другие авторы предлагали такой «режим» лунной атмосферы: днём вода на Луне (при $+100^{\circ}\text{C}$) закипит, перейдёт на теньную

сторону и там сконденсируется и вновь замёрзнет. Что Вы скажете об этом?

688. 03 ноября 1958 г. Н. А. Козырев по спектрометрическим наблюдениям открыл свечение газового выброса в центре кратера Альфонс. Оцените скорость рассеяния такого газового облака?

689. Между тем, на дне некоторых кратеров на полюсах Луны, куда никогда не доходят солнечные лучи, обнаружены залежи льда. Откуда он там мог взяться?

690. Если на берегу лунного моря поставить световой маяк, то как далеко будет виден его сигнал?

691. Некто предложил использовать Луну для всемирной телефонной связи и транслировать радиосигналы через неё. Какие преимущества и какие недостатки такой системы Вы можете указать?

692. Одним из распространённых поэтических образов является примерно такой: «серебристая луна на чёрном бархате неба».

Насколько этот образ соответствует физической реальности?

693. Можно ли на Луне играть в снежки?

694. Можно ли на Луне принять ванну?

695. Как и чем будут отличаться на Луне от привычных нам земных капли? А волны?

696. Какой может быть высота волн в море на Луне?

697. С какой силой спортсмен (хороший) толкает ядро? Какой результат он может показать на Луне?

698. На Луне решили провести очередную Олимпиаду (бег, прыжки, метание, плавание, и т. д.). Какие лунные рекорды превзойдут аналогичные земные достижения и на сколько? В каких видах спорта прогресса не ждать?

699. А как Вы отнесётесь к идее провести на Луне чемпионат мира по футболу?

702. Каким по номеру штатом (примерно) может стать Луна?

703. Как и чем отличался вид с Луны на Землю сейчас, 1000 лет назад, 1 млн. лет, 1 млрд. лет назад?

Глава 15. Планеты

704. Сколько планет в Солнечной системе?

705. У каких планет нет спутников?

706. А у кого спутников больше всего?

707. Все ли спутники меньше планет? Может ли спутник быть больше

центрального тела?

708. Как открывали планеты раньше? Как их открывают теперь?

709. Как было доказано, что планеты светят отражённым солнечным светом, а не своим собственным?

710. Слово «planeta» означает «блуждающее светило». Блуждают они беспорядочно или всё же «по правилам»?

711. Какие Вы можете назвать «правила планетного движения» на небе?

712. Когда и почему появились астрономические значки, обозначающие планеты?

713. Имена каких людей «зашифрованы» в знаках планет?

714. Кто круглее: Солнце, Луна, Земля или Юпитер? А кто у нас совсем не круглый?

715. Вы путешествуете по телам нашей Солнечной системы. Какие самые яркие объекты можно видеть на небе Плутона? Солнца? Астероида Ида?

716. Почему Галилей, увидев 7 января 1610 г. «свиту» Юпитера, сразу же широко опубликовал своё открытие, а вот результаты наблюдений Сатурна скрыл за анаграммой, которую долго не расшифровывал («Высочайшую планету тройною наблюдал»)? Тем не менее, так и не разгадав небесной загадки, ему удалось сделать о Сатурне удачное предсказание. Какое же?

717. Получив эту анаграмму Галилея, Кеплер её расшифровал так: «Привет, вам, близнецы, Марса порожденье». Почему Кеплер ожидал именно 2 спутника у Марса? Кто ещё верно предсказал существование 2 марсианских спутников задолго до их фактического открытия?

718. «Утверждают космонавты и мечтатели, что на Марсе будут яблони цвести» (из песни). Как Вы полагаете, будут?

719. Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?

720. Некоторая планета вращается так, что тела на её экваторе находятся в состоянии невесомости. Что нужно сделать, чтобы там сообщить спутнику первую космическую скорость?

721. Почему символом Сатурна стал серп? Можем ли мы видеть его фазы?

722. Каков наибольший временной перерыв в открытиях планет?

723. Какова плотность у разных планет?

724. Почему раньше число планет (а также и число дней недели, число металлов) считали 7, если их 9?

725. Что так поразило Галилея, когда он наблюдал Венеру?

726. При каких условиях случаются великие противостояния Марса и Юпитера?

727. «Есть ли жизнь на Марсе, нет ли жизни на Марсе — наука не в курсе дела». Когда, где и кем это сказано? Что изменилось по существу к настоящему времени?

728. Некто утверждал: «Исчезни Солнце — и планеты станут вращаться вокруг Юпитера». Верно ли это?

729. Почему Венера меняет свой блеск? При каком условии она имеет максимальную яркость?

730. Астрономы установили, что скорости отдельных частей колец Сатурна не пропорциональны их расстояниям от оси вращения. Что это означает?

731. Сколько колец у планет?

732. Увидим ли мы кольца Сатурна, если будем смотреть «снизу» на неосвещённую Солнцем поверхность этих колец?

733. Какова относительная толщина колец Сатурна?

734. Чем определяется величина «раскрытия» колец Сатурна? Видим ли мы полное кольцо?

735. Что Вы знаете о колебаниях колец Сатурна?

736. Назовите самую яркую планету, которая видна на небосводе каждой из планет. Какие планеты, напротив, не видны простым глазом?

737. На каких планетах нашей системы ясное небо?

738. Около некоторой звезды есть две планеты: Тумания, полностью покрытая облаками, и Ясния, атмосфера которой полностью прозрачна. Каким образом яснианцы могут измерить вращение Туманий? Каким образом туманцы могут измерить продолжительность своих суток и года, а также установить существование Ясний?

739. Как будет «смотреться» система Земля–Луна для жителей Венеры?

740. Что ярче: Меркурий на небе Венеры или Венера на Меркурии?

741. Как далеко лежит линия горизонта на Венере по сравнению с земным?

742. Будет ли на Юпитере явление гиперрефракции (отклонение луча зрения вниз)?

743. Можно ли полюбоваться видом колец с поверхности Сатурна? Какие особенности в них заметят «сатурнианцы»?

744. Как изменится вид планеты при повышении увеличения телескопа?

745. Раз уж летнюю Олимпиаду провели на Луне, то для зимней не найти лучшего места, чем ледяной Ганимед. Какие рекорды ждут нас в этом случае?
746. Какая связь между медью, Венерой и Кипром?
747. Какая связь между ртутью и меркантильным подходом к жизни?
748. Почему Сатурна считали стариком, склонным к мелкой и тщательной работе?
749. Как было доказано, что кольца Сатурна — не сплошные, а состоят из большого числа мелких частиц?
750. Какой графический символ отражает древние представления о мироздании?
751. Какая астрономическая особенность Юпитера позволила подозревать его в непостоянстве и многочисленных любовных похождениях?
- 752.** Есть ли на других планетах моря и океаны?
- 753.** Могут ли на других планетах возникнуть вулканы?
- 754.** Может ли в Солнечной системе существовать 2000 планет? Могут ли планеты быть на произвольном расстоянии? Может ли измениться их порядок?
- 755.** Случайно ли расположены планеты?
756. Ось планеты, вращающейся вокруг некоторой Звезды, расположена перпендикулярно её орбите и направлена на Звезду. Расскажите о временах года на разных широтах планеты.
757. Почему у планет-гигантов Солнечной системы так много спутников? Сколько их всего может быть?
758. Если бы у Венеры не было таких плотных и непрозрачных облаков, то как выглядели бы для «венерианцев» смены дня и ночи, восходы, закаты и сумерки? Какие особенности имело бы венерианское звёздное небо?
759. Чем отличаются планеты около других звёзд от планет нашего Солнца?
760. Сколько времени потребовалось человечеству от первой научной постановки задачи поиска планет у других звёзд до реального открытия первой экзопланеты?

Глава 16. Кометы, астероиды и прочая космическая мелочь

761. Почему кометы называют «видимое ничто»?

762. Вы решили попутешествовать по Солнечной системе и для этого сели верхом на комету Галлея. Опишите Ваши дальнейшие впечатления.

763. За какое минимальное время комета может облететь вокруг Солнца?

764. Какую часть времени комета Галлея проводит по одну сторону плоскости орбит планет, а какую — по другую?

765. Сколько (примерно) Вы будете весить на планете Маленького Принца?

766. Если две малые планеты — астероиды в ходе своего полёта соприкоснутся (например, с нулевой скоростью) и останутся рядом, то сможете ли Вы их потом растолкать руками?

767. Каким образом можно «взвесить» астероид?

768. Какое математическое предсказание Лагранжа в отношении Юпитера нашло свое удивительное астрономическое подтверждение с помощью малых тел?

769. Какая известная комета «породила» целое созвездие?

770. Почему для поиска комет нельзя «разгонять» увеличение телескопа?

771. По преданию, Иван Грозный с крыльца Архангельского собора Кремля наблюдал за яркой кометой. Какие выводы он смог сделать по результатам своих наблюдений?

772. Почему наиболее удачливые ловцы комет — японцы?

773. Могут ли такие малые тела, как астероиды, образовывать гравитационно-связанные системы, как двойные звёзды? Как их можно обнаружить?

774. Астрономы ведут постоянный поиск новых астероидов и стараются обнаружить их все, до самых малых размеров. Сколько примерно такие «крошки» (в космическом масштабе) могут весить?

775. Каков должен быть минимальный размер (масса) метеорита, чтобы он упал на поверхность Земли?

776. Как отличить метеорит от простого «земного» камня?

Глава 17. Открылась бездна, звёзд полна

778. Какие созвездия на небе самые древние? Знаете ли Вы, почему их так называли?

779. Сколько звёзд имеют собственные наименования? Сколько Вы можете назвать?

780. Какая звезда называлась «финикийской»?

781. Какой из нимф удалось «поместиться» на небе дважды?

782. Какую звезду арабы называли «глаз дьявола»? Почему?

783. Почему говорят, что Орион всегда убегает от Скорпиона?

784. Кто открыл Южный Крест?

785. Кем придуманы рисунки созвездий?

786. Какое созвездие, созданное одним из великих астрономов, просуществовало на небе всего 50 лет?

787. Какое созвездие занимает на небе больше всего места?

788. Можно ли увидеть звёзды днём? А в телескоп?

789. Какие звёзды больше: звёзды первой величины или нулевой?

790. Какие небесные светила могут изменять свой блеск? В каких пределах и почему?

791. Говорят, что звёзды — это точки. А можно ли рассмотреть поверхность звезды?

792. Сколько вы знаете звёзд нулевой величины?

793. Какие созвездия были 100 тысяч лет назад; 1 млн. лет назад; 100 млн. лет назад?

794. Как будут выглядеть привычные нам созвездия через галактический год?

795. Архимед: «Дайте мне рычаг, и я сдвину Землю». А можно ли как-нибудь сдвинуть звёзды?

796. Что означает выражение: «звёзд с неба не хватает»? Можно ли «достать» до звёзд? Как далеко до них?

797. Как можно взвесить звезду?

798. В 1572 г. на небе появилось новое яркое светило. Почему Тихо Браге, который наблюдал это явление, решил, что это не планета, а новая звезда на очень далёком расстоянии?

799. Сколько звёзд в Плеядах?

800. На флагах каких стран можно увидеть созвездия? Какие страны (а их очень много!) имеют на своих флагах иную астрономическую символику?

801. Если звёзды для нас — практически точки, то можно ли закрыть звезду спичкой на вытянутой руке?

802. Леонардо да Винчи обнаружил, что если смотреть через тонкое отверстие (например, булавочное), поднесённое близко к глазу, то звёзды видны без обычных лучей. Почему так?
803. Насколько ярко суммарный свет всех звёзд на нашем небе?
804. Насколько различаются абсолютные звёздные величины — яркости Солнца, Сириуса, Бетельгейзе?
805. В 1826 г. Г. Ольберс сформулировал такой парадокс: если в бесконечной Вселенной равномерно рассеяно бесконечное множество звёзд, то всё небо должно светиться столь ярко, что Солнце на его фоне было бы тёмным пятном. Как сам Ольберс объяснил, почему наблюдаемое нами небо — тёмное?
806. Кто и каким образом дал верное решение этого фотометрического парадокса?
807. Какой доле неба соответствует суммарная поверхность всех видимых звёзд?
808. Как изменится характер движения звезды, если недалеко от неё поместить ещё одну? А ещё? Ещё три? Сто? Тысячу? Миллион?
809. По какому параметру звёзды могут отличаться сильнее: по размерам или по массе?
810. Если к нашему Солнцу добавить ещё одно такое же (изнутри), что будет? А ещё одно? А ещё?
811. Все звёзды мы видим потому, что они очень горячие (поверхность Солнца — около 6000 К) и ярко светятся. Между тем, на звёздах обнаруживают различные химические элементы, и даже некоторые молекулы, по их тёмным спектральным линиям. Откуда возникают эти тёмные линии? Могут ли в звезде атомы разных химических элементов иметь разные температуры?
812. Все звёзды очень разнообразные: бывают красные и голубые гиганты, жёлтые и коричневые карлики, и всякие другие. Отчего это зависит?
813. Бывают ли зелёные, сиреневые, или, например, пятнисто-полосатые звёзды?
814. На Солнце, как известно, есть тёмные пятна (в начале 17 века это была жуткая ересь). А на других звёздах могут быть пятна?
815. Как удалось обнаружить невидимый спутник Сириуса до того, как его действительно «увидели»?
816. У каких звёзд железные ядра?
817. Какой плотности достигает вещество в центре нейтронных звёзд?
818. Как отличить нейтронную звезду от чёрной дыры?
819. Какие единицы длины необходимы для представления

- межпланетных и межзвёздных астрономических расстояний?
820. От каких слов и почему образована единица «парсек»?
821. Как далеко до ближайшей звезды?
822. Какой смысл имеет выражение «под счастливой звездой»?
823. В результате ряда наблюдений некоторой двойной звезды удалось установить, что одна из компонент описывает эллипс вокруг другой звезды, причём вторая звезда находится в центре эллипса. Что можно сказать о массах звёзд и их истинных орбитах?
824. Как рождаются звёзды? Можем ли мы видеть, как они умирают?
825. В космосе нашли много разных молекул. Откуда они?
- 826.** Насколько неподвижны «неподвижные» звёзды?
827. В начале 20 века астрономы могли наблюдать звёзды до 16 видимой величины, в середине 20 в. — до 21^m , к 1985 г. — до 25^m , 1995 — 30^m , а к 2000 г. — до 32^m . Во сколько раз за эти интервалы времени увеличивался объём пространства изучаемой Вселенной?
828. В лазерах все кванты света излучаются когерентно. Но с 1965 г. наблюдаются и космические когерентные радиоисточники (мазеры). Как они устроены, что заставляет все атомы излучать «единогласно»?
829. В космических мазерах наблюдаются удивительные свойства: излучение имеет вид очень ярких (яркостная температура 10^{15} – 10^{17} К), но очень узких (кинетическая температура 10–100 К) спектральных линий с высокой (до 100%) поляризацией и быстрой переменностью. Как бы Вы попробовали объяснить это явление?

Глава 18. Звёздные острова

830. Люди издревле любовались светлой полосой неба, которую мы сейчас называем обычно Млечным путём. Какие Вы знаете прежние объяснения для этого феномена?
- 831.** В направлении какого созвездия находится центр нашей Галактики и почему мы его не видим?
832. Может ли наше Солнце «упасть» в центр Галактики?
833. Кто из астрономов «создал» нашу Галактику?
834. Если мы будем наблюдать достаточно долго — сможем ли мы увидеть вращение нашей Галактики? Как это будет выглядеть?
835. Как изменится вид неба при путешествии в разные области нашей Галактики? А если «махнуть» на Магеллановы облака?
- 836.** Перечислите галактики, которые видны на небе невооружённым глазом.

837. Какое принципиальное открытие сделал Э. Хаббл в 1923 г.?
838. Если все галактики разлетаются, то можно ли сказать, что наша Галактика «бороздит» просторы Вселенной?
839. Что общего между нашими планетами-гигантами и гигантскими галактиками (например, туманностью Андромеды)?
840. Что мы сможем наблюдать на «своём небе», если предпримем путешествие куда-нибудь на Туманность Андромеды?
841. Вы наверняка видели красивые фотографии спиральных галактик. А во сколько раз отличается число звёзд в рукавах и между ними?
842. Как Вы думаете, в спиральных галактиках происходит истечение вещества из центра или наоборот, втягивание его?

Глава 19. За гранью миров

843. Как можно узнать расстояния до планет, звёзд и галактик? Кто это сделал впервые? Кто наиболее широко «раздвинул» нашу Вселенную?
844. В обычной жизни или в одежде прореха — это непорядок. А какие астрономические «дырки от бублика» стали знамениты?
845. Атомы, как известно, маленькие ($1\text{-я боровская орбита} — 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ см}$). Какие атомы наибольшего размера наблюдаются в космосе?
846. Чем отличаются объекты, получившие свои названия от разных созвездий: персеиды, цефеиды и лацертиды?
847. Предложите способ, как обозначать (нумеровать) вновь открытые явления, такие как астероиды, кометы, сверхновые, гамма-всплески.
848. Червячок выедает изнутри яблоко. Знаете ли Вы, как один астрономический объект может запросто другого изнутри «съесть»?
849. Вселенная, говорят, расширяется. А действует ли это на земле, например, на размер жилплощади?
850. Идентичны ли друг другу электроны в первичной Вселенной и в современном мире, например, в компьютере? Одинаковы ли атомы углерода, только что созданные в недрах звёзд, и «прожившие жизнь» в живом веществе, например, в человеческом мозге?
851. Какие астрономические явления всегда будут неожиданными (непредсказанными)?
852. Астрономию 21 века называют всеволновой. Какие волны в распоряжении астрономов уже есть? Каких ещё нет?

853. Что будет, если одна чёрная дыра упадёт в другую?

854. С 1998 г. успешно работает космический интерферометр, у которого один радиотелескоп диаметром 64 м находится под Москвой (г. Калязин), а другой — на борту высокоорбитального спутника VSOP (Япония, 8 м). Оцените продольные и поперечные размеры квантов излучения, которые данный интерферометр принимает на длине волны 18 см от далёких квазаров.

855. «Числа и меры нет». Как далеко мы дошли до границ Вселенной?

856. Астрономы активно обсуждают проблему «скрытой массы во Вселенной» и фундаментальные открытия, сделанные в 2001 г. Что, где и почему от нас «скрывают»? Что это означает для Вселенной в целом?

857. Что общего между Вселенной и пенопластом?

858. Какие астрономические объекты вращаются медленнее всего? Какие — быстрее всего? Почему такая разница?

859. Чем будет отличаться вращающаяся черная дыра от обычной?

860. Может ли Вселенная быть чёрной дырой? Почему?

861. Все небесные тела вращаются (кто как, конечно, но всё же). А не вращается ли вся Вселенная в целом? Заметим ли мы это?

Глава 20. Живое вещество

862. Какая катастрофа произошла на Земле на границе мезозойской и кайнозойской эр (около 60 млн. лет назад), и как учёные объясняют причины этой катастрофы?

863. Весь свободный кислород в атмосфере проходит через цикл фотосинтеза растений в среднем за 2000 лет. Сколько раз за всю историю Земли были созданы те молекулы O_2 , которыми Вы в данный момент дышите? Вы поблагодарили сегодня дерево?

864. Если на Земле животные появились значительно позже растений, то имеет ли смысл искать животных на других планетах Солнечной системы? А на планетах других звёзд?

865. Могут ли в иных мирах существовать животные гигантских размеров?

866. Какие горные породы и каким образом могли возникнуть при участии живых организмов?

867. В организме человека растворено около 0,3 кг соли (ионы Na^+ , Cl^-). А почему, собственно, наша кровь солёная? Почему же люди не могут пить солёную воду, а быстро от неё умирают? Почему люди не

могут пить только чистую пресную воду?

868. Для какого базового и очень распространённого химического элемента основной цикл во внешних оболочках Земли — биосферный?

869. За счёт каких сил вода внутри дерева поднимается до высоты 120 м?

870. В чём разница механизмов кровяного давления у жирафа и у зебры?

871. Почему некоторые исследователи полагают, что в геноме имеется своего рода «выключатель» для человеческой жизни?

872. Если принять среднюю продолжительность жизни в 70 лет, то используя статистику Максвелла для скоростей молекул, как часто будут встречаться люди старше 200 лет? Старше 1000 лет?

873. Можно ли на принципах капиллярного насоса построить «капиллярный водопровод»?

874. Какова максимальная высота деревьев? Чем она ограничена?

875. Как выглядит профиль толщины дерева в зависимости от его высоты: выпуклый (как бочка) или вогнутый (как Эйфелева башня)?

876. Какие герои «взаимодействовали» с китами в мифах, библейских сюжетах, арабских, русских сказках, иных произведениях?

877. Какое животное стало символом Нижнего Египта, семьи Бонапартов, города Симферополя? Почему?

878. Какая связь между аммонитами (моллюски) и Александром Великим?

879. Одной из напастей, которую Моисей наслал на землю Египетскую, было нашествие саранчи, пожравшей все посевы. Сколько для этого саранчи потребовалось? Какова (примерно) её суммарная биомасса?

880. В древнем Китае нашествие саранчи рассматривалось как свидетельства расстройство космического миропорядка. Как эти представления соотносятся с современной наукой?

882. Почему в древней Индии сеть паука воспринималась, как символ космического порядка?

883. По средневековой легенде, страус не высиживает свои яйца, а согревает их своим «острым» взглядом. Как горячо можно нагреть яйцо таким способом?

884. Какое животное действует достаточно проворно в 3 стихиях?

885. Зачем ухо завернуто в виде улитки?

886. Во сколько раз (примерно) изменяются пропорции высоты и толщины для травянистых и древесных растений?

887. Сказочная птица Рух питалась слонами, хватая их как

- кузнечиков. Каков предельный размер для птиц и чем он определяется? В каком политическом мероприятии был использован образ гигантской птицы, хватающей слонов?
888. Когда и почему появилось разделение по линии «голова—хвост»?
889. Когда и почему появилось разделение по линии «верх—низ»?
890. На каком этапе эволюции и для чего появилась асимметрия в строении организмов? Почему сердце у нас слева?
891. Почему у разных типов животных имеется членение на 4, 6, 8, 10 конечностей? Почему у 4-ногих животных на конечностях по 5 пальцев?
893. Что ограничивает беспредельную экспансию какого-либо вида, например, человека?
894. Существуют ли какие-либо принципиальные ограничения для продолжительного существования простейших генетических систем (например, вирусов) в космосе?

Глава 21. Технотронная цивилизация

895. Укажите факторы, делающие город «островом тепла» (повышение температуры до 5°C относительно окружающей местности)?
896. Основным источником энергии для человечества является сжигание ископаемого органического топлива (сначала уголь, сейчас нефть и газ). Потребности человечества в энергии составляют $3 \cdot 10^{20}$ Дж/год, а общемировые запасы ископаемого топлива на земном шаре соответствуют $3 \cdot 10^{22}$ Дж. За какое время человечество израсходует всё топливо?
897. Между тем, современные фотоэлементы могут преобразовывать солнечную энергию в электрическую с к.п.д. до 30%. Энергия солнечного света, достигающего поверхности Земли, составляет $3 \cdot 10^{24}$ Дж/год. Какую часть поверхности Земли достаточно покрыть фотоэлементами для полного удовлетворения нынешних энергетических потребностей Человечества?
898. Из-за выхлопных газов автомобилей в городах образуется т. н. «фотохимический смог», в состав которого входит и озон (O_3). Вместе с тем, считается, что уменьшение содержания озона в атмосфере (т. н. «озоновая дыра») опасно для человечества. Так больше или меньше озона нам нужно? Можно ли озон «понюхать»?
899. С 1896 г. в штате Юта (США) разрабатывается открытым

способом медное месторождение Бингем, которое в настоящее время представляет собой воронку диаметром 4 км и глубиной 0,8 км. Ежедневно из карьера вывозится 100 000 т руды (содержание меди 1%) и столько же пустой породы. Сколько всего породы выбрано из этого карьера и сколько получено меди?

900. Главным разрушителем озонового слоя Земли признаны хлорфторуглеродные соединения, применяемые человечеством в быту и химической промышленности. Почему же «озоновая дыра» в атмосфере была обнаружена над Антарктидой, где людей почти нет?

901. Как говорят, Человечество уже стало фактором планетарного масштаба. Какие Вы можете привести примеры, когда воздействие современной индустриальной цивилизации на те или иные процессы на Земле сопоставимо с естественными причинами или превосходит их?

902. Какие крупнейшие научные открытия человека ставят его, как биологический вид, в положение «царя живой природы»? Почему говорят, что на человека уже не распространяется закон естественного отбора Дарвина?

903. В. И. Вернадский сформулировал такую дилемму: или Человечество вовремя «поумнеет», или погубит себя своими же «достижениями». Какие шансы мы имеем в этой «гонке»? Какие факторы наиболее существенно влияют в обе стороны?

905. Какие Великие переселения народов наиболее значимы в истории нашей цивилизации?

906. Какие геофизические события могли послужить основой для мифов об Атлантиде и её гибели?

Глава 22. Сквозь тернии — к звёздам!

908. Что создал академик Королёв?

909. Кому установлен памятник перед обелиском Покорителям космоса?

910. Зачем потребовалось создавать морской космодром?

911. Где расположен космодром в фантастических романах Жюль Верна?

912. Некоторые исследователи отмечают логарифмическое сокращение интервалов времени, которое занимала биологическая, социальная и технологическая эволюции, пройденные Человечеством. Можно ли оценить продолжительность интервала времени, который нам остался, если тенденция ускорения «прогресса» сохранится?

913. Что имеют в виду, когда говорят, что мы — дети космоса?
914. Какие принципы, заложенные ещё древними в мифах о полёте Икара и лестнице Иакова, нашли своё определённое подтверждение в развитии космонавтики и исследованиях Вселенной?
915. Когда человечество начнёт путешествовать на другие планеты, что нас там будет интересовать?
916. Вам «предложили» заселить некоторую иную планету. Какие принципиально необходимые условия Вам для этого потребуются? Какие основные этапы этой работы Вы предусмотрите?
918. В познании космоса всегда находился объект, игравший роль «внешнего светильника» для пытливого разума, нечто, что находится за пределами прежней системы, например: Луна — для всех земных дел, Юпитер — как «глава» других планет, Сириус — относительно нашего Солнца, Туманность Андромеды — по отношению к нашей Галактике, скопление Девы — к Местной группе галактик. Где нам искать «другую» Вселенную?
919. В некой галактической цивилизации придумали такой способ межзвёздных перелётов: на старте космонавта «сканируют» по отдельным атомам, а на конечном пункте его вновь «собирают» из атомов, имеющих в наличии. Это позволяет избежать транспортировки самого вещества, а только передавать информацию обо всех найденных («считанных») структурах. Сколько и каких потребуется атомов для такой процедуры? Какие основные проблемы такой технологии Вы можете указать?
920. Через сколько лет мы сможем осуществить космический полёт в Туманность Андромеды?

Глава 23. Начало начал и начальники

922. По древним представлениям сотворение мира начиналось с отделение света от тьмы, а Солнце и Луна появляются гораздо позже, как рядовые светила. Какие же объекты светили ещё до образования Солнца?
925. В Древнем Египте были сложены прекрасные гимны, посвящённые богу Солнца. Когда почитание Солнца в Египте прекратилось? Какие боги потом успели сменить друг друга на этом посту?
926. Принципиально ли отличались представления различных древних цивилизаций на устройство мира, в частности на вращение Земли, её движение вокруг Солнца?

927. В индуистской космологии процесс творения мира представлял собой следующую процедуру: из первичного молочного океана (хаоса) выплыла черепаха; дежурные боги обмотали её длинной змеей, как канатом, и по принципу «раз, два, взяли» стали тянуть змею за голову и хвост; вот так вертящейся черепахой они взбивали хаос (пахтание молока) до тех пор, пока не получилось твёрдое масло (т. е. земля). Какие реальные космические процессы являются прямыми аналогиями такого «творения»?

929. Ветхий Завет повествует о Лоте, который бежал из города Содома на берегу Мёртвого моря, т. к. жители этого города должны были быть уничтожены огнем и удушливыми газами. Оглянувшись на город, жена Лота превратилась в столб из соли. Какие природные (естественнонаучные) обстоятельства, по Вашему мнению, могли бы служить мотивами для столь впечатляющей притчи?

930. Какое природное (астрономическое) явление могло бы подойти на роль «рождественской звезды»?

931. Могла ли комета Галлея быть свидетелем Рождества?

932. Самолёт вылетел из Америки в пятницу вечером и на следующее утро прилетел в Японию. Какой день недели будет в месте назначения?

934. Почему хлеб издревле выпекают в форме шара?

936. В какую сторону света ориентированы следующие сооружения и почему: Большой Сфинкс (Египет, около 2700 г. до н. э.), Стоунхендж (Британия, около 2000 до н. э.), храм Соломона (Иерусалим, 950 до н. э.), Колизей (Рим, 80 г.), Айя-София (Стамбул, 565 г.), Боробудур (о. Ява, около 800 г.), храм Воинов (Чичен-Ица, 10–16 вв.), квадрант Улугбека (Самарканд, 1425 г.), собор Святого Петра (Рим, 1506–1612 г.), Пулковская обсерватория (Санкт-Петербург, 1839 г.), Главное здание МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, 1953 г.), Мечеть на Поклонной горе (Москва, 1995 г.)? А в какую сторону спускается Одесская «Потёмкинская» лестница (1826–1841 г.)?

938. Почему Цезарь решил отказаться от лунного календаря?

939. Строительство какого сооружения папа римский «унаследовал» от Юлия Цезаря?

941. Какой меридиан — «папский»?

945. Откуда появился символ двуглавого орла (являющийся сейчас элементом государственного герба РФ)?

946. Какое химическое оружие применили римляне в войне против Карфагена?

947. Какой персонаж испытал адовы муки за свою любознательность?
948. Почему на монетах Августа изображались три круга?

Глава 24. Новый Свет — всё «по-новой»

950. У короля Португалии Жуана 2 в 1483 г. Колумб встретил весьма скептическое (и это мягко сказано) отношение к своему предложению. В чём изначально состояла главная ошибка Колумба? В чём заключалась истинная причина обвинения и ареста Колумба после его возвращения из Америки?

951. Во время плавания Колумба стрелка компаса, которая, как всем тогда было известно, притягивается Полярной звездой, неожиданно отклонилась от своего нормального положения. Чем было вызвано это явление? На какую величину она отклонилась? А может ли стрелка компаса показывать на юг?

952. Почему Колумб плыл в «Индию» по северному тропику $+23^{\circ}$ с. ш.?

953. На завершающем этапе своего плавания Христофор Колумб объявил денежную премию тому, кто первым увидит землю. На сколько выше шансы получить премию у матроса, сидящего в «корзине» наверху мачты, чем у прочих наблюдателей на борту каравеллы?

954. Во время своих плаваний в Вест-Индию и обратно Колумб шёл разными маршрутами: из Испании почти на юг до Канарских островов, а затем поворачивал на запад, а обратно — на северо-восток и проходил севернее Азорских островов. Почему он так делал?

955. Какие принципиально важные астрономические измерения выполнили во время своих путешествий Колумб и Кук?

956. Какой мореплаватель открыл «острова на небе»? Какие ещё великие открытия он сделал?

957. Что явилось главной причиной конца империй ацтеков и инков в Центральной и Южной Америке? Что больше всего «подкосило» индейцев в Северной Америке?

959. В границах каких империй не заходило солнце?

960. Какие кругосветные экспедиции потеряли, а какие — «заработали» 1 лишний день? Кто первым дал объяснение этой загадке?

961. Какова наибольшая площадь, которой достигали империи?

962. Кто открыл Северный магнитный полюс?

963. Где находилась самая восточная крепость России?

964. Почём Америка купила Аляску?

965. Какие штаты США находятся вне основной территории?

966. Какое государство самое протяжённое по долготе? А по широте?

Глава 25. Ой, мороз, мороз, не морозь меня!

969. Именами каких учёных названы температурные шкалы?
970. Чем отличается замерзание воды в стеклянной бутылке и пластиковой?
971. Отчего на озерах даже в сильный мороз бывают проталины?
972. Из какого снега можно слепить снежок, а из какого нельзя и почему? При какой температуре это возможно?
973. Зачем зимние шины ошиповывают?
974. Почему капитаны полярных судов различают молодой и многолетний лёд?
975. Почему в одном снегопаде снежинки разные по рисунку и размерам?
976. Могут ли у снежинки быть разные рисунки ветвей?
977. Какие астрономические ритмы определяют работу ледоколов в Арктике?
978. При каких обстоятельствах полярное Солнце может обжигать?
979. «Glatze» — значит «лысина», а что изучает наука гляциология?
980. Выдающийся американский физик Роберт Вуд для проверки теории о жидкой плёнке под ледниками провёл такой опыт со льдом: в середину столбика льда он вморозил пулю, и поместил лёд под мощный пресс. Где оказалась пуля после эксперимента?
981. Что было бы, если бы айсберги в воде тонули?
982. Опустим кубик льда на дно океана. Всплывёт ли?
983. В море сползает ледник толщиной 200 м. На какой глубине он оторвётся от ложа и всплывёт?
984. Нужно спустить на берег грузы с судна высотой борта 10 м. Целесообразно ли для этого в качестве промежуточного «плота» использовать льдину, выступающую над водой на 1 м?
985. Почему разные типы лыж различаются по ширине в несколько раз?
986. На весах стоят два одинаковых ведра, налитые до краёв: одно с водой и крошкой льда, другое — с чистой водой. Какое из них тяжелее?
988. Какой толщины бывает на Байкале лёд? Увеличивается ли за счёт него запас воды в Байкале зимой?
989. Почему зимой из бани прыгают в снег?
990. Почему «моржи» не мёрзнут?

Глава 26. Волны, вихри и дымы

991. Могут ли разные части одного небесного тела вращаться в разные стороны?

992. Какие Вы знаете колебания, наблюдаемые в небесных телах? Какие Вы знаете примеры волновых процессов?

993. Почему качка корабля отстаёт от волн на 90° по фазе?

994. При съёмках подводных ядерных взрывов на атолле Бикини было видно, что сначала распространяется светлый круг по воде, а затем тонкое сферическое облако по воздуху. Как можно объяснить эту картину?

995. На какое давление рассчитаны бутылки для шампанского?

С какой скоростью может вылететь пробка?

996. С какой скоростью вылетает пар из носика чайника?

997. Объясните, почему в трубе существует тяга? Как она зависит от высоты трубы?

998. Почему дым при морозе стоит столбом, а при оттепели — стелется?

999. Почему дым бывает длинный или короткий? Почему дым исчезает (тает)?

1000. Почему при сильном ветре дым из трубы может идти вниз?

1001. Почему в качестве средства полёта известными сказочными персонажами выбрана метла?

1002. Во время бомбёжек Москвы в 1941 г. для защиты города применяли небольшие аэростаты заграждения. В чём смысл их защитных функций? На каком расстоянии от центра города и на какой высоте имеет смысл их размещать?

1003. Чем определяется угол планирования осенних листьев при падении? Как это зависит от самого листа?

Глава 27. Звуки и музыка

1004. Два человека, один на земле, а другой на крыше 10-этажного дома, одновременно крикнули друг другу. Кто кого раньше услышит и на сколько?

1005. Как зависит частота звона от размеров колокола?

1006. Почему камертон даёт чистый звук?

1007. Чем отличаются католические и православные колокола? Влияет ли это различие на их звук?

1008. Для предупреждения «кесонной» болезни люди, работающие на больших глубинах, дышат смесью кислорода и гелия; при этом частота их голоса существенно повышается. Объясните этот эффект и оцените его количественно.
1009. Какова частота звука у летящего комара? А у майского жука?
1010. Зависит ли звук струны от скорости движения и нажима смычка?
1011. Чем объясняется изменение звука в закипающем чайнике?
1012. Почему после снегопада так тихо?
1013. Почему ручьи журчат, а водопады ревут?
1014. Какова высота звука у проколотой камеры?
1015. Почему шумит морская раковина?
1016. Почему гром звучит раскатами? От чего зависит их продолжительность?
1017. Можно ли заметить эффект Доплера на примере пастушеского рожка? А для почтовой кареты?
1018. Почему мы слышим тиканье будильника, но не слышим колебания маятника стенных часов?
1019. Существует закон Вебера–Фехнера: минимально ощущаемый прирост воздействия прямо пропорционален величине самого воздействия. Почему же все наши чувства — логарифмические?
1020. Насколько различаются минимальный и максимальный пороги акустического давления?
1021. Чем отличается звучание отдельной струны от её же звучания рядом с резонатором (в музыкальных инструментах)?
1022. Какая главная опасность для висячих мостов?
1023. Скажите «у». Скажите «и». Подумайте, что вы изменили в собственном речевом аппарате? Как это повлияло на произносимый звук и что это означает в смысле физики (акустики)?
1024. Скажите «ква-ква» наиболее реалистично. Какие физические (акустические) процессы вы организуете при этом?
1025. Почему по шуму рельс можно услышать приближающийся поезд загодя?
1026. Почему скрипит мел? Чем определяется частота его звука? Чем это отличается от других скрипов?
1027. Что общего между скрипкой и скрипом обуви?
1029. Почему ветер «воет». От чего зависит высота этих «завываний»?
1030. Почему для расчёта музыкальных тонов используют логарифмы по основанию 2?

1031. По легенде, играя на тромбонах, иудейские священники вызвали разрушение города Иерихон (надо полагать, в результате землетрясения). А какие реальные природные явления можно вызвать громкими звуками?

1032. Почему от медиатора звук струны становится более звенящий, чем обычно?

1033. В строительный мусоропровод кинули кирпич, бутылку, жестянку и картонную коробку. Сможете определить их по звуку?

Глава 28. Оптика

1034. В чём преимущество телескопа перед глазом?

1035. Какие объекты лучше видны глазом в телескоп с меньшим увеличением: галактики, звёзды, планеты, Солнце, шаровые скопления, планетарные туманности?

1036. Чтобы привести в соответствие изображение группы звёзд на фотопластинке с изображением в искателе телескопа, наблюдатель смотрит со стороны стекла. Какого типа или конструкции телескоп у этого наблюдателя?

1037. В «Короле Иоанне» У. Шекспир замечает, что «радуге прибавить лишний цвет... — напрасный труд, излишество пустое». В своё время это замечание было вполне справедливым; тем не менее это сделал У. Гершель в 1800 г. Этот «лишний цвет» есть во всех радугах, но он невидим для человеческого глаза. Какой это цвет?

1038. Какой цвет имеет в радуге самую большую длину волны?

1039. Мог ли Архимед сжечь римский флот солнечными лучами?

1040. Почему наблюдение слабых объектов лучше проводить «краем глаза»?

1041. Какой размер космического зеркала необходим для создания нормального освещения на земле? Какие основные проблемы такой проект имеет?

1042. Предположим, что мы смотрим в телескоп и видим какую-то звезду. А если мы теперь снимем окуляр и вновь посмотрим в телескоп, что мы увидим?

1043. «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан». Как с пользой для себя применить это правило, если Вы — не охотник?

1044. Какое яркое физическое явление несет имя привидения?

1045. Кто изобрёл перископ?

1046. Кто из мореплавателей первым стал пользоваться подзорной трубой?

1047. Какой химический элемент удалось найти «химически» спустя 30 лет после того, как его открыли «оптически»?

1048. За что Эйнштейн получил Нобелевскую премию?

1049. Некто решил, что от Солнца могут распространяться некие «сверхсветовые» сигналы; и предложил наблюдать их на несколько радиусов впереди по ходу видимого солнца. Как Вы отнесётесь к этой идее?

1050. Шлифовка очковых линз известна в Европе не позднее 1280 г.; и даже покровитель учёных св. Иероним (348–420) обычно изображается в очках. Почему же для изобретения телескопа (Галилей, 1609) потребовалось ещё более 300 лет? Почему оптические телескопы не изобрели арабские, индийские или китайские астрономы?

Глава 29. Астрономические истории и истории с астрономами

1051. Какая географическая тайна Земли была решена почти через 6000 лет после её первого осознания?

1052. Приведите названия (имена собственные) астрономических объектов, которые не существуют (уже, ещё, или никогда).

1053. Имена каких людей можно встретить на астрономическом небе?

1054. Какой в 2001 г астрономический юбилей?

1055. «Пифагоровы штаны на все стороны равны» — когда появилась эта поговорка? Пользовались ли ею греки?

1056. Чьи астрономические труды были единственными в своём роде и невостробованными в течение 16 веков, а потом были использованы для принципиальных открытий и небесполезны до сих пор?

1057. Правда ли, что Юлий Цезарь ввёл новый календарь для того, чтобы религиозные праздники приходились на определенные дни недели (желательно на субботу или воскресенье)?

1058. Когда люди построили самые древние обсерватории? Зачем это им понадобилось?

1059. Какие древние и средневековые обсерватории Вы знаете?

1060. Почему раньше астрономы стремились расположить обсерватории на вершинах гор? Почему теперь астрономы стремятся отправить свои телескопы в космос?

1061. Сколько раз сжигали Александрийскую библиотеку?
1062. В 1609 г. Галилео Галилей создал телескоп и впервые направил его в небо. Какие потрясающие воображение его современников открытия он сделал?
1063. Почему он обратился к небу, а не на Землю?
1064. Солнечные пятна независимо друг от друга открыли: Г. Галилей в 1610 г. (опубликовал только в 1612 г.), И. Фабрициус в 1611 г. (первым опубликовал открытие) и Х. Шейнер (с 1611 г. определил период вращения Солнца). Почему вдруг так «густо», почему же раньше их не видели?
1065. Многие свои открытия Галилей и другие астрономы не публиковали, а шифровали в виде анаграмм. Чем это было вызвано?
- 1066.** Какие Вы знаете имена «спонсоров» астрономии?
1067. Какие созвездия названы в честь конкретных людей?
1068. Что означает фраза: «Власть — добровольное рабство»?
1069. В отношении каких астрономических открытий «приоритет» принадлежит европейской (средиземноморской) цивилизации, а каких — китайской?
1070. В чём состоит физический смысл опытов Галилея на Пизанской башне?
1071. Про каких великих учёных их современники давали презрительные отзывы?
1072. Можете ли Вы привести примеры фундаментальных открытий, сделанных молодыми учениками по «подсказке» своих маститых Учителей?
1073. У астрономов есть поговорка: «О Боже, Афганистан, куда мы несёмся?» Что она означает? Когда она появилась?
1074. Какое астрономическое открытие было сделано во время боевых действий?
1075. Кого из великих учёных обвинили в «недостаточности республиканских добродетелей и слишком слабой ненависти к тиранам»?
1076. Кто первым изобрёл механический планетарий?
1077. Кому принадлежит такая характеристика системы мира Птолемея: «Если бы Всевышний спросил моего мнения, я бы посоветовал Богу придумать что-нибудь попроще»?
1078. Когда впервые появилось слово «астроном»?
1079. Инквизиция обвинила в ереси (инакомыслии) и 17 февраля 1600 г. сожгла на костре Джордано Бруно. Какие его идеи нашли своё подтверждение за прошедшие 400 лет, а какие, на Ваш взгляд, оказались ошибочными?

1080. Каким образом сохранились результаты трудов Улугбека после его убийства и разрушения обсерватории?
1081. Какая астрономическая обсерватория отпраздновала свой 1000-летний юбилей?
1082. В 1582 г. Папа Григорий 13 ввёл новый календарь, который носит теперь его имя. А кто из великих астрономов поплатился жизнью за то, что внёс аналогичное предложение, но на век раньше? Каковы его действительные заслуги перед наукой и человечеством?
1083. Во второй половине 17 века астрономы стали строить т. н. «воздушные телескопы», которые не имели трубы, только продольную штангу, на концах которой закреплялись объектив и окуляр. Ян Гевелий в 1647 г. использовал телескоп длиной 45 м, а Андриан Озу в 1664 г. во Франции построил воздушный телескоп 96 м! Почему такие монстры потребовались и как ими можно было управлять? Что общего с ними имеют современные телескопы?
1084. Назовите известных женщин-астрономов?
1085. За что Исаак Ньютон был избран в Королевское общество?
1086. Чем знамениты выступления И. Ньютона в Палате лордов?
1087. Каким образом великий немецкий учёный Иммануил Кант (1724–1804) оказался подданным Российской империи?
1088. Какой великий учёный опубликовал свой главный труд против своей воли?
1089. В каком городе России похоронены два великих учёных, работавших в Германии?
1090. Эйнштейн в 1905 г. постулировал, что скорость света постоянна. А когда впервые измерили скорость света?
1091. Основателем какого университета был В. И. Вернадский?
1092. Какой глобус называется «готторпским» и почему?
1093. Какими астрономическими инструментами пользовался Остап Бендер? С какими целями?

Ответы

Глава 1. «100000 Почему»



1. Почему Луна круглая?

См. ответ на вопрос №36, стр. 80.

3. Почему небо голубое?

Как смотрел всегда человек в небо, так с самой глубокой древности перед ним вставал вопрос о его голубом цвете, равно как все сопутствующие проблемы анализа цветов и цветовых композиций. В средние века считалось, что голубой цвет образуется от смешения чёрного и белого оттенков, но затем выяснилось, что таким путём можно получить только серый цвет. После изобретения спектрального анализа и обнаружения явления интерференции света в тонких плёнках Исаак Ньютон высказал предположение, что голубой цвет неба образуется на поверхности капелек воды, летающих в воздухе. В 18 веке, после

открытия в химии многих отдельных газов, учёные полагали, что голубой цвет присущ самим составляющим атмосферного воздуха. Впоследствии даже оказалось, что жидкий кислород действительно имеет голубой оттенок, а жидкий озон — даже синий цвет, но это относится только к соответствующим жидкостям, а не газам. Сами же газы, входящие в состав воздуха (см. также вопрос № 421, стр. 142), являются полностью бесцветными.

Первым Араго в 1809 г. открыл и исследовал такую важнейшую характеристику рассеянного света неба, как его поляризация. В дальнейшем, на протяжении всего 19 века были проведены многочисленные опыты по рассеянию света в различных жидкостях, растворах и газах для того, чтобы в лаборатории смоделировать и воспроизвести голубой цвет неба. Как было установлено, голубой цвет образуется главным образом именно за счёт механизмов рассеяния света, но не на многочисленных примесях и аэрозолях, присутствующих в воздухе, а непосредственно на газовых молекулах. После своей первой работы в 1871 г. лорд Рэлей почти 30 лет создавал строгую математическую теорию атмосферного рассеяния на основе электромагнитной природы света, и только в 1899 г. вышел его обобщающий труд «О свете от неба, его поляризации и цвете».

Правильное разрешение проблемы цвета неба состоит в том, что в случае рассеивающих частиц малого размера ($< \lambda/10$) коэффициент рассеянного света σ обратно пропорционален 4 степени длины волны света: $\sigma = C \cdot F(N)/\lambda^4$, где $C = \text{const}$, $F(N)$ — определённая функция числа частиц N в единице объёма. Это означает, что один и тот же объём воздуха будет существенно сильнее рассеивать коротковолновую часть света, чем длинноволновую.

Свет	Длина волны λ , мкм	$1/\lambda^4$, мкм ⁻⁴	коэффициент рассеянного света σ_n	коэффициент проходящего света $(1 - \sigma_n)$
Красный	0,76 – 0,62	4,41	0,123	0,877
Оранжевый	0,62 – 0,585	7,59	0,213	0,787
Жёлтый	0,585 – 0,57	8,99	0,252	0,748
Зелёный	0,57 – 0,51	11,76	0,329	0,671
Голубой	0,51 – 0,48	16,66	0,466	0,534
Синий	0,48 – 0,45	21,39	0,599	0,401
Фиолетовый	0,45 – 0,39	32,14	0,900	0,100

Здесь σ_n — коэффициент рассеяния, условно нормированный для фиолетового света (90%).

Из данной таблицы ясно видно, что если падающий от Солнца свет первоначально имел одинаковые интенсивности всех цветов спектра (такой свет мы бы воспринимали как чисто белый), то после прохождения даже совершенно чистой атмосферы значительная часть голубых и синих лучей будет рассеяна и окрасит небосвод в соответствующий цвет, а само Солнце (в проходящем свете) станет при этом жёлтым.

Если мы в дневное время станем подниматься вверх и уменьшать тем самым толщину атмосферы над своей головой, то механизм рассеяния света будет слабеть, и Солнце будет восстанавливать свой первоначальный белый цвет и свою первоначальную яркость. Этот эффект «отбеливания» Солнца и Луны хорошо наблюдается при наборе высоты 7–10 км во время типичного полёта на самолёте. Небосвод при этом также заметно изменяет свой вид: вверху он потемнеет и станет гораздо более синим, а внизу, у земли, напротив, будет ярким и голубовато-белёсым. Вид синего неба типичен и высоко в горах. В свою очередь космонавты, летая полностью за пределами атмосферы, любят одновременно ярко-белым и жгучим (в присутствии ультрафиолета) Солнцем, звёздами на абсолютно чёрном небе, и ярко-голубой планетой Земля внизу.

Вечером, глядя с поверхности Земли, толщина атмосферного слоя, через который проходят лучи Солнца на его заходе, значительно увеличивается, и Солнце около горизонта из жёлтого становится сначала оранжевым, а затем и всё более и более красным. Толщина рассеивающего слоя у нас над головой при этом, естественно, не изменяется, но за счёт ослабления общего светового потока небосвод, также как при подъёме вверх, темнеет и становится синим, а затем на восточной, теневой стороне горизонта фиолетовым и чёрным.

Описанное рассеяние света для частиц, с размерами $< \lambda/10$, с тех пор называется рэлеевским или молекулярным. В процессе дальнейших физических исследований уже в 20 веке оказалось, что действительными «рассеивателями» являются даже не сами молекулы газов, а их мелкие случайные сгущения (флуктуации) за счёт теплового (броуновского) и турбулентного движения воздуха. Теория флуктуационного рассеяния света в атмосфере, которую создали М. Смолуховский и А. Эйнштейн, полностью соответствует и прежним выводам теории Рэлея.

Существенные изменения, однако, начинаются в том случае, когда происходит поступление в атмосферу частиц с большими размерами. Это могут быть как твёрдые аэрозольные частицы (песчинки, пыль, дым, сажа, кристаллики льда), так и жидкие (капельки воды). При увеличении размера рассеивающих частиц больше, чем $\lambda/10$, рассея-

ние уже не может считаться чисто рэлеевским. Обобщённую теорию аэрозольного рассеяния света для частиц произвольного размера создал Г. Ми в 1908 г. В зависимости от соотношения размера частицы α и длины волны падающего света λ , коэффициент рассеяния в теории Ми сначала повторяет закон Рэлея, затем заметно замедляет свой рост, при $\lambda = \alpha$ начинает уменьшаться, и после некоторых вариаций выходит для больших α на некоторое постоянное значение. Соответственно, при наличии в воздухе частиц большого размера (относительно λ) рассеяние света уже не зависит от длины волны и называется поэтому нейтральным.

Такими большими частицами являются чаще всего капельки воды, поэтому облака днём имеют нейтральный, т. е. белый цвет. Небо у горизонта по этой же причине выглядит более белёсым, чем в зените.

Аэрозольное рассеяние света ответственно за многие необычные цветовые эффекты в небе. Например, во время пыльных бурь в пустынях Солнце может приобретать ... зелёный оттенок. А иногда, после сильных вулканически извержений или лесных пожаров, на восходе наблюдается Солнце или Луна ... голубого цвета! Кстати, по фотографиям, переданным «Викингami», на Марсе цвет вечерней зари тоже зелёный.

4. Почему радуга круглая?

Радуга образуется из-за преломления солнечных (или иных) лучей света в круглых каплях воды, имеющихся в воздухе во время и после дождя или от иных источников капель (например, от поливочного шланга). Принципиальное значение имеет то, что капли круглые (сферические). Нетрудно показать, что все лучи, параллельно приходящие от солнца и падающие на сферическую каплю, испытывают преломление на её поверхности и полное внутреннее отражение (то есть отражение от внутренней поверхности капли), и по законам геометрической оптики получают отклонение в пространстве на один и тот же определённый угол. Таким образом, каждая из капель, освещаемых одним и тем же источником света, преломляет все падающие на неё лучи и отражает их обратно, подобно катафоту, таким образом, что они расходятся от капли в пространстве вдоль поверхности конуса с определённым углом раскрыва. При наблюдении массива из многих капель, свободно определённых в воздухе, мы сможем увидеть отражённые лучи света от тех из них, которые сами расположены под тем же углом относительно нас и источника света (солнца). Очевидно, что такие капли, светящие в нашу сторону, сами также будут располагаться в пространстве на

поверхности конуса с тем же углом раскрыва, что и отражённый свет от каждой капли. Для наблюдателя (то есть для нас) конус светящихся капель будет виден как круг, проецирующийся на более тёмное небо или другой фон.

Поскольку свет при отражении от капли дважды проходит границу сред (воздух — вода — воздух), то в силу преломления света, которое имеет различную величину для разных цветов (т. е. для разных длин волн света), разные цвета отклоняются каплями воды на несколько разные углы. Красный свет отклоняется на $137^\circ 30'$ минут, а фиолетовый на $139^\circ 20'$. Соответственно, если мы посмотрим в противоположную от солнца сторону, то в круге, отстоящем от условного центра («противосолнца») на $42^\circ 30'$ мы увидим капли, светящиеся красным светом, а в круге, отстоящем на $40^\circ 40'$ — фиолетовым. Все прочие цвета расположатся между ними, и мы увидим собственно радугу, — т. е. светящийся круг (или дугу), в котором снаружи внутрь идут цвета: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый.

Понятно, что поскольку чаще всего мы видим радугу от Солнца, которое при этом всегда выше горизонта, то «противосолнце» находится несколько ниже горизонта, и радуга получается только в виде части полной окружности, т. е. в виде дуги. Для того, чтобы увидеть круглую радугу, необходимо иметь освещённые капли воды ниже себя. Это можно сделать либо с помощью шланга, либо с помощью самолёта, глядя на дождь сверху. В крайнем случае можно расположить ниже себя источник света, но тогда уже, разумеется, не Солнце.

Если капли будут не вполне круглые (например, вытянутые при крупном дожде) или будут сильно неоднородны по своим размерам, то радуга будет получаться бледной и неоднородной по цветам, т. е. не такой красивой, как иногда бывает.

Если организовать капли не из воды, а из какой-либо другой жидкости, то изменится угол преломления света, соответственно, изменится угловой размер видимой радуги.

Среди других красивых атмосферных явлений можно отметить т. н. «гало», которые образуются на ледяных кристалликах и иногда видны вокруг Луны или Солнца.

5. Почему звёзды рисуют с лучами?

См. конец ответа на вопрос № 114 (стр. 93).

6. Почему трава зелёная?

См. ответ на вопрос № 421 (стр. 142, 143).

7. Почему циклоны идут с запада?

См. ответ на вопрос № 404, стр. 139.

28. Почему Египет считается одним из очагов человеческой цивилизации?

См. ответ на вопрос № 1051, стр. 327.

30. Почему так трудно предсказывать землетрясения?

Землетрясения имеют неявные (скрытые) причины, случайный характер и очень быстрое развитие во времени.

Первопричиной всех тектонических явлений на поверхности Земли (и других планет), в т. ч. землетрясений, является взаимное движение литосферных плит земной коры с типичными скоростями 1–2 см/год (максимальное значение до 10 см/год). Это равномерное в своей основе движение кусков коры приводит к постоянному накоплению механических напряжений в горных породах в зонах геологических разломов, которые время от времени, случайным образом сбрасываются за счёт разрушения (растрескивания) пород в очаге землетрясения и быстрого «проскакивания» соседних слоёв друг относительно друга на расстояния до нескольких метров.

Вследствие:

а) недоступности очага землетрясения для непосредственного наблюдения и измерений (очаги землетрясений располагаются на глубинах до 33 км),

б) непредсказуемости структурного состояния пород и их предела прочности в данном конкретном месте и в данных условиях, а также

в) кратковременности самого процесса разрушения и тектонической подвижки (скорости сейсмических волн достигают 8 км/с, т. е. могут превышать 1-ю космическую скорость, а средняя продолжительность землетрясения на поверхности 5–10 с), —

можно сказать, что предсказание землетрясения, т. е. указание для будущего события его места (эпицентра), времени и силы (магнитуды), является теоретически невозможным.

Единственное, что возможно для параметров предстоящего землетрясения, это их вероятностные оценки. Для этого применяются методы сейсмического районирования и наблюдения предвестников землетрясений.

Сейсмическое районирование означает определение границ сейсмически опасных районов на поверхности Земли с указанием максимальной магнитуды (M) землетрясения, возможного в данном районе. Оно осуществляется на основе глобальной геодинамики и сведений о всех известных предыдущих землетрясениях, и применяется в первую очередь для создания норм сейсмостойкого строительства и сейсмобезопасности. В среднем на Земле каждый год происходит землетрясение силой более 8,0 M по Рихтеру, приводящее к разрушению большинства зданий в его эпицентре. Известно также, что при катастрофических землетрясениях (11 баллов по Меркалли или 8,6 M Рихтера), которые могут повторяться до 10 раз в столетие, наблюдаются колебания грунта с ускорением до 10^5 см/с, что почти в 100 раз больше ускорения свободного падения, подбрасывание предметов в воздух и так называемые «земляные волны» на поверхности.

Во всех сейсмически опасных районах ведётся мониторинг предвестников землетрясений, среди которых можно назвать: рои слабых предшествующих толчков; микродвижения (до 1 мм/год) и наклоны земной поверхности (до 10^{-8} рад); деформации горных пород; изменения уровней грунтовых вод и содержания в них радона (радиоактивный газ); изменения скоростей распространения сейсмических волн; локальные изменения магнитного поля и электрического сопротивления горных пород; и даже специфические возмущения в ионосфере. В качестве неинструментального индикатора воздействия предвестников землетрясений на живые организмы известно аномальное поведение животных. Однако очевидно, что все предвестники сигнализируют тем или иным образом лишь о факте нарастания механических напряжений в земной коре, но не дают информации о «спусковом механизме» предстоящего землетрясения, его моменте во времени и количестве одновременно высвобождаемой энергии. Таким образом, в современных условиях можно утверждать, что большинство будущих землетрясений предсказано, к сожалению, не будет. Кроме этого, в силу особой социальной значимости землетрясения, его ошибочный (несостоявшийся) прогноз является неприемлемым.

Сильнейшие инструментально измеренные землетрясения с магнитудой 8,9 происходили 31.01.1906 г. около Эквадора (продолжительностью около 3 минут) и 03.03.1933 г. около Санрику, Япония. Каждое

из них выделяло энергию в 10^{25} эрг, что превосходит энергию водородной бомбы. В среднем 10 000 человек ежегодно погибает вследствие землетрясений. Наиболее катастрофическое землетрясение в 20 веке произошло 28.07.1976 г. в г. Тяньшань, Китай (7,8 М, 243 000 погибших), а в истории человечества — 23.01.1556 г. в Шаньси, Китай (8,0 М, 830 000 погибших). Общее энерговыделение землетрясений на Земле — 10^{26} эрг/год.

32. Почему планеты по небу вслед за Солнцем ходят?

Солнечная система сильно сплюснута. Планеты крайне незначительно отстоят от средней плоскости, в которой они обращаются вокруг Солнца, причём все в одном направлении. Эта плоскость называется эклиптической. Поэтому наблюдателю на Земле и будет казаться, что планеты и Солнце на фоне далеких звёзд движутся на небе по одной линии.

36. Почему круглую форму имеют: песчинки, капельки, коlobки, пельмени, мыльные пузыри, воздушные шары, небесные тела?

«Так природа захотела.
Почему?
Не наше дело.
Для чего?
Не нам судить.»

Б. Ш. Ожуджава.

Песчинки — это мелкий обломочный материал, образованный при разрушении твёрдых горных пород. Круглая форма песчинок обусловлена долговременным воздействием на них движущейся жидкой среды, прежде всего — действием волн в прибойной зоне. За счёт многократного окатывания обломков, их соударений и трения друг о друга, образуются всё более мелкие фракции щебня и гальки (ср. «в порошок сотру»).

Капельки — это небольшие («кот наплакал») количества жидкости (например, воды), распылённой в инородной среде (например, в воздухе), и принимающие сферическую форму за счёт действия сил поверхностного натяжения. Все молекулы в жидкости притягиваются друг к другу, но те из них, которые находятся на поверхности жидкости, испытывают значительно большее притяжение внутрь (к молекулам более плотной жидкости), чем наружу (к молекулам разреженного

воздуха). Поэтому поверхность жидкости ведёт себя подобно упругой плёнке, охватывающей жидкость со всех сторон, и стягивающей её. (Алергант Дима: «если какая-то часть выступает, то сила поверхностного натяжения возвращает эту часть „на место“».) Поскольку именно сфера является поверхностью с наименьшей площадью при заданном объёме (который поверхность должна ограничивать), то капельки становятся круглыми. Это изменение формы прекрасно видно при отрыве висящей капли (в форме капли) и превращение её в шарик в полёте. Если капля становится слишком большой, то силы поверхностного натяжения могут уже не справляться с «округлением» капли, и тогда она начнёт принимать сплюснутые формы или распадаться на более мелкие капельки (коэффициент поверхностного натяжения воды при 20 °С равен 0,0728 Н/м). Очень красиво наблюдать на примере фонтана, как силы поверхностного натяжения сначала формируют его струю на этапе подъёма и торможения, а затем разбивают её на отдельные всё более мелкие капли в падении. Неограниченно большие сферические капли (жидкие тела) можно получать в невесомости. При повышении температуры поверхностное натяжение уменьшается. (Тонашевская Александра: «капельки имеют форму капли лишь тогда, когда отрываются от крышки, сначала масса воды перевешивает, а потом форма меняется».)

Колобки (устар.) — ранее производившаяся в домашних условиях выпечка в форме шара размером около 10 см (подробнее см. сказку «Колобок»). Сферическая форма колобка образуется непосредственно вручную, методом «катания» теста по поверхности.

Пельмени — популярный высокопитательный пищевой продукт, типичный для стран с суровым климатом (см. Сибирь). Пельмени (и вареники) также принимают ту форму, которую им придают при изготовлении, в общем случае они могут быть и не круглыми. Пельмени не катают, а лепят. Например: «Обвалялся слон в муке, подошёл к зеркалу, и говорит: „Ничего себе пельменчик!“».

Мыльные пузыри — сложный физический объект, состоящий из некоторого количества воздуха (как правило, не более 10^{-3} м³), заключённого внутри жидкой плёнки высококонцентрированного мыльного раствора. Форма мыльного пузыря также определяется силами поверхностного натяжения в плёнке поверхностно активного вещества (ПАВ). За счёт него создаётся повышенное давление внутри самого пузыря; соответственно, чтобы пузырь надуть, требуется некоторое физическое усилие. И наоборот, можно наблюдать процесс уменьшения объёма

пузыря (и увеличения толщины его плёнки), если стравливать часть воздуха из него, например, через тонкую трубочку. Очень красиво и поучительно наблюдать также процессы объёмных колебаний мыльных пузырей достаточно большого объёма. (Акимкин Тимофей: «форма шара, вследствие сил поверхностного натяжения, соответствует минимуму энергии, а потому наиболее устойчива».)

Воздушные шары — отличаются от мыльных пузырей тем, что имеют оболочку из деформируемых (ткань) или растяжимых (резина) «твёрдых» материалов. Типичной ошибкой участников было утверждение, что круглая форма определяется избыточным давлением внутри. Закон Паскаля, конечно же, верен, но проделайте один простейший опыт. Возьмите обыкновеннейший полиэтиленовый пакет и сильно надуйте его. Ну что, круглый? То-то. Сферическая форма шаров определяется главным образом изначально заданной формой наполняемой оболочки, а не только избыточным давлением воздуха внутри. Шары могут иметь и иную форму (продолговатую, цилиндрическую, тетраэдр, и т. д.). Если мыльный пузырь при выходе из него воздуха может поддерживать свою круглую форму и избыток давления за счёт уменьшения своей поверхности (часть молекул с поверхности плёнки уйдёт вглубь жидкого слоя), то воздушный шар в этом случае просто потеряет свою форму, т. е. сдуется. («Контрпримером будет дирижабль».)

Луна — естественный спутник Земли, одно из небольших тел в Солнечной системе (масса $7,35 \cdot 10^{25}$ г, радиус 1738,2 км). Разница между радиусами Луны по направлению к Земле, к полюсу, и вдоль её орбиты не превышает 1 км, т. е. несферичность Луны составляет $6 \cdot 10^{-4}$ (не путать с горами на Луне высотой до 9 км). Вообще говоря, проблема образования и ранней эволюции Луны до сих пор представляет собой одну из загадок планетной астрономии и космогонии. Единственное, что мы сейчас можем сказать, это то, что сферическая форма Луны и других твёрдых тел, планет и спутников устанавливается на раннем этапе их формирования. При выпадении на поверхность образующих планетное тело фрагментов, состоящих из газа и пыли, оно разогревается до плавления твёрдых пород и образования полужидкого лавового слоя. Под действием силы тяжести планета принимает сферическую форму (в случае достаточно быстрого вращения — форму эллипсоида вращения).

Солнце — типичная звезда, представляющая собой газовый (плазменный) шар. Главным фактором, определяющим форму Солнца, является сила тяжести (на поверхности ускорение свободного падения

составляет $27398 \text{ см/с}^2 = 27,9g$). Несферичность Солнца вызвана его вращением вокруг своей оси со скоростью $2,865 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$. Разность видимых с Земли угловых радиусов Солнца в направлении на экватор и полюс составляет $0,05''$, соответственно, наблюдаемая сплюснутость Солнца составляет $5,2 \cdot 10^{-5}$ (в 10 раз «круглее» Луны).

Хотелось бы обратить внимание, что за исключением пельменей, которые не круглые, за круглую форму всех прочих перечисленных тел ответственны разные физические силы. Песчинки — сила трения, капельки и мыльные пузыри — сила поверхностного натяжения, воздушные шары — сила Гука (упругости), колобки — давление (прямое формование), Луна и Солнце — сила тяготения. При этом сила тяжести на Земле никогда не образует круглой формы предметов, а в космосе, напротив, за счёт больших масс никакие другие силы не в состоянии конкурировать с силой всемирного тяготения, в редких случаях играя роль вспомогательных факторов. (Иванов Алексей: «идеально круглой формы не существует; перечисленные тела имеют разное происхождение, и их круглая форма не образовалась в результате одного процесса».)

37. Почему приливы мы видим только в море, и не видим их на суше или в воздухе, ведь Луна, по идее, должна притягивать все предметы одинаково?

См. конец текста ответа на вопрос № 182 (стр. 112).

38. Почему поезда во Владивосток и Пекин, которые южнее Москвы, отправляются с Ярославского вокзала в северном направлении?

См. ответ на вопрос № 356 (стр. 127, кратчайшее расстояние).

39. Почему говорят: «Светит, а не греет»? Про что можно так сказать и почему? А бывает ли наоборот?

«Светит, а не греет» — можно сказать про любой источник, который излучает в оптическом диапазоне на малой мощности. Наоборот можно сказать о мощных источниках электромагнитного излучения с максимумом спектра в инфракрасной области. Пример — утюг.

52. Почему считается, что Вселенная расширяется?

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что использование термина «Вселенная», а также обсуждение её наблюдаемых свойств имеет смысл только начиная с масштабов пространства больше чем 100 Мпс, т. к. до расстояний в сотни Мегапарсек ещё прослеживаются такие космические структуры, как скопления галактик (1 парсек = $3,085 \cdot 10^{18}$ см).

Наиболее впечатляющим наблюдательным фактом, говорящим о расширении видимой Вселенной, является закон Хаббла. Как было установлено, все линии в спектрах далёких галактик смещаются в сторону бóльших длин волн, причём степень этого смещения прямо пропорциональна расстоянию до данной галактики. Красное смещение спектра¹ интерпретируется как доплеровское смещение, связанное с удалением излучающей галактики от нас. Таким образом, скорость «убегания» всех далёких объектов в космосе увеличивается пропорционально расстоянию до них. Коэффициент пропорциональности между скоростью и расстоянием получил название постоянной Хаббла и составляет около 60 (км/с)/Мпс или $2 \cdot 10^{-18}$ с⁻¹.

Расширение Вселенной равномерно и одинаково во все стороны. Принимая удаление галактик за расширение всего пространства, можно определить, что расстояние до объектов, удаляющихся от нас со скоростью света (т. н. «световой горизонт Вселенной»), составляет около $1,5 \cdot 10^{28}$ см, а общее время, прошедшее с момента начала расширения Вселенной (т. н. «Большой Взрыв») составляет 10–20 миллиардов лет.

Другим наблюдательным фактом, свидетельствующим о расширении Вселенной, является т. н. «реликтовое излучение». Оно было открыто в 1965 г., по сути случайно, при калибровках радиоаппаратуры, и представляет собой слабое фоновое радиоизлучение. Оно приходит к нам равномерно со всех сторон с очень высокой степенью изотропности (до 10^{-5}). Максимум этого излучения находится на длине волны 1 мм, а в целом его спектр соответствует планковскому распределению энергии при температуре 2,7 К. Нам не известны какие-либо космические объекты, которые могли бы создать такое излучение в современную эпоху.

Единственным объяснением этого феномена является излучение самой Вселенной в раннюю эпоху, когда её среда впервые стала прозрачной для излучения. Это произошло, по расчётам, около 10^6 лет после Взрыва при температуре $4 \cdot 10^3$ К и плотности материи 10^{-21} г/см³. В эту эпоху впервые электроны и протоны смогли объединяться в атомы,

¹Наибольшие длины волн видимого диапазона соответствуют красному цвету.

образовалось вещество, а электромагнитное излучение «отделилось» от него.

За прошедшее с тех пор время Вселенная значительно расширилась (примерно в 1000 раз), длина волны реликтового излучения во столько же раз увеличилась, его температура — уменьшилась, а плотность вещества во Вселенной уменьшилась до современного значения — 10^{-29} г/см³.

53. Почему в экспедиции Магеллана в счёте дней пути оказалась ошибка в 1 день?

См. стр. 309 (в тексте ответа на вопрос № 950).

54. Почему звёзды Ковша Большой Медведицы носят арабские имена, ведь у арабов нет медведей?

См. вопросы № 117, стр. 97, № 1053, стр. 331.

55. Почему кольца Сатурна не разваливаются?

См. вопрос № 119, стр. 99.

56. Почему нам «позволено» любоваться только одной стороной Луны? Почему именно этим боком, а не другим?

В движении Луны есть одна особенность, которая позволяет сказать, что Луна в каком-то смысле «остановилась». Период её вращения вокруг собственной оси точно синхронизован с её орбитальным периодом вокруг Земли, и поэтому Луна всегда повернута к Земле **одной и той же стороной**. Это явление носит название гравитационного резонанса, и физическая причина его состоит в том, что из-за сильного приливного возмущения, которое Земля порождала в теле Луны, возникало торможение её (Луны) вращения, а энергия вращения приливными силами переводилась частично в тепло, а частично в энергию орбитального движения. Поскольку само тело Луны сильно несимметрично (в направлении Земли оно выступает на величину около 1 км), и к тому же именно на видимой стороне Луны преобладают более плотные магматические «моря», то её «околоземный» бок «перевешивает». Моменты инерции тела Луны относительно осей, направленных на Землю и вдоль Лунной орбиты, различаются на весьма существенную величину: 0,02%. По-видимому, это и определило выбор той части

лунной поверхности, которая была предоставлена человечеству для любования им на протяжении всей истории, вплоть до 7 октября 1959 г. (в этот день советская станция «Луна-3» сфотографировала её обратную сторону).

57. Почему астрономы отмечают День осеннего равноденствия 23 сентября, а весеннее равноденствие происходит на 2 дня раньше — 21 марта?

Из-за эллиптической формы своей орбиты Земля одну её половину проходит быстрее, чем другую.

На самом деле, если просто подсчитать число дней по календарю, то за счёт месяца февраля, укороченного на 3 дня, и за счёт «дополнительного» 31-го дня в августе (в честь Августа), весеннее равноденствие наступает не на 2 дня, а на 7 или 8 дней раньше в зависимости от високосного года. Так что неравномерность нашего календаря не только не является причиной этого, а наоборот, будучи отражением неравномерного движения Солнца, остаётся все же «недостаточной» для компенсации этого разрыва. В 1998 году Солнце пересекло небесный экватор снизу вверх (т. е. изменило своё склонение с отрицательного на положительное) 20 марта в 19 часов 54 минуты 31 секунду всемирного времени (UT), а в обратном направлении — 23 сентября в $5^{\text{h}}37^{\text{m}}11^{\text{s}}$ UT. Таким образом, период от весеннего равноденствия до осеннего, когда Солнце находилось выше небесного экватора, составил 186,4046 суток. При общей продолжительности года в григорианском календаре в 365,2425 суток, на противоположный период от осеннего до весеннего равноденствия остаётся 178,8378 суток, или на 7,5668 дня (!) меньше.

Происходит это из-за того, что орбита Земли вокруг Солнца не круговая, а эллиптическая с эксцентриситетом 0,017 (о том, что такое эллипс и эксцентриситет, см. примечание на стр. 253). Поэтому в точке перигелия (ближайшей к Солнцу), которую Земля проходила в 1998 году 04 января в $21^{\text{h}}15^{\text{m}}01^{\text{s}}$ UT, её расстояние от Солнца составляло 147 099 552 км, а в противоположной точке орбиты, в афелии, где Земля была 03 июля в $23^{\text{h}}50^{\text{m}}11^{\text{s}}$ UT, это расстояние было 152 095 605 км, т. е. на 5 млн км больше. Это изменение расстояния до Солнца также хорошо заметно по изменению его видимого углового размера, который от $32'34''$ в январе уменьшается до $31'30''$ в июле. Так что можно обоснованно утверждать, что на Земле самый «солнечный и тёплый» месяц в году — январь, а самый «холодный» — июль.

В соответствии со 2-м законом Кеплера, момент количества дви-

жения тела по орбите постоянен, а соответственно, его орбитальная скорость обратно пропорциональна радиусу-вектору. Поэтому скорость движения Земли по орбите также не постоянна, а изменяется от 29,5 км/с в верхней части орбиты (июль) до 30,3 км/с в нижней (январь). Соответственно, и расстояние от точки осеннего равноденствия на орбите до весеннего Земля проходит пропорционально быстрее, чем противоположную, летнюю часть.

64. Почему древние мореходы (египтяне, финикийцы, греки) пользовались для ориентирования в море Большой Медведицей и не пользовались Полярной звездой?

См. вопрос №569, стр. 179, а также стр. 186.

65. Почему у Турции на флаге полумесяц расположен вертикально, а у Мавритании — лежит плашмя?

См. вопрос №800, стр. 221.

74. Почему во время полного лунного затмения мы Луну всё равно видим? Какого она при этом цвета и почему?

Обычно Луна наблюдается на небосводе в соответствии с циклами лунных месяцев либо в виде растущего месяца на заходе солнца, либо полной Луны, либо «стареющего» месяца перед утренним восходом. В период новолуния она не видна вовсе, т. к. теряется в лучах зари. Но иногда около полнолуния, во время своей полной фазы, Луна как бы «проваливается» в некоторую тёмную яму, что и называется лунным затмением. Как всем хорошо известно, происходит это в том случае, когда Луна в своём орбитальном движении вокруг Земли попадает в её тень. Причём затмения Луны происходят далеко не во всякое полнолуние. Поскольку лунная орбита наклонена относительно эклиптики в среднем на угол $05^{\circ}09'$, в большинстве случаев Луна в полнолуние «проскакивает» выше или ниже земной тени в пространстве.

Поскольку Солнце значительно больше Земли, и его видимые размеры изменяются от $32'35''$ до $31'31''$, то Земля отбрасывает за собой тень в виде конуса, сходящегося под тем же углом, и имеющего длину от 1 386 719 до 1 341 320 км, что примерно в 4 раза больше, чем радиус орбиты Луны. На расстоянии, соответствующем расстоянию до Луны (которое изменяется от 356 400 до 406 700 км) поперечный линейный размер земной «геометрической» тени составляет от 8840 до 9445 км, что

в 2,5–2,7 раза превышает размеры Луны (радиус Луны равен 1738,2 км). Поэтому легко отличить по внешнему виду фазы Луны (например, первую четверть) от лунного затмения. Отделяющий освещённую часть терминатор Луны всегда проходит через лунные полюса и представляет собой половину эллипса размером с саму Луну, в то время как край земной тени всегда является частью окружности значительно большего диаметра, чем Луна.

Продолжительность полной фазы лунного затмения может достигать двух часов. Помимо полной фазы, когда Земля полностью затмевает собой Солнце, Луна до и после неё проходит также и зону полутени, в которой диск Солнца перекрыт только частично. Очевидно, что конус полутени является расходящимся от Земли с тем же углом, что и видимый размер Солнца, и на орбите Луны его размер² составляет 16300 км. В отличие от полной тени, границу полутени на диске Луны различить нельзя, поскольку освещённость её поверхности очень плавно возрастает до нормальной величины.

Поскольку в момент лунного затмения Земля физически перекрывает собой световой поток от Солнца и Луна лишается своего освещения, то понятно, что явление лунного затмения наблюдается на всей ночной половине земного шара одновременно. При этом местное время полной фазы затмения будет для каждого наблюдателя на земной поверхности разным и определяется его географической долготой.

Непременным условием для того, чтобы лунное затмение всё-таки случилось, является встреча Луны, движущейся по своей орбите, с земной тенью, которая в качестве «противосолнца» движется по эклиптике. Точки пересечения орбиты Луны с эклиптикой называются узлами орбиты, и если земная тень отстоит от узла меньше чем на $10^\circ.6$, то затмение возможно. В зависимости от конкретных конфигураций узлов лунной орбиты, фаз Луны и положения земной тени на протяжении года может не произойти ни одного лунного затмения, а самое большее их может быть три за год.

Между тем, во время полной фазы лунного затмения, когда Луна полностью находится внутри конуса земной тени, мы всё-таки можем различить Луну на фоне тёмного неба. Естественно, что никакие прямые солнечные лучи на поверхность Луны не попадают. Однако, часть солнечного света преломляется в земной атмосфере, как в призме, и заходит внутрь конуса геометрической тени. Можно сказать, что Луна

²Диаметр сечения конуса плоскостью, проходящей через Луну и перпендикулярной направлению Луна—Земля.

при этом освещена светящейся земной атмосферой. За счёт частичного рассеяния коротковолновой части спектра в нижней атмосфере, этот преломлённый солнечный свет создает относительно тусклый т. н. «пепельный» или «багровый» цвет Луны. Не случайно, наряду с солнечными затмениями, когда наступал мрак среди бела дня, затмения Луны также производили всегда «неизгладимое» впечатление на древних и суеверных людей, которые с ужасом наблюдали, как меркнущая Луна «наливается кровавым светом». Ожидания последствий подобных «небесных знамений» были далеко не оптимистическими.

82. Почему мы не видим, как рождаются звёзды?

Звёзды рождаются при сжатии газо-пылевого облака, при достаточно высокой степени сжатия, когда разогрев в центре достаточен для «поджигания» термоядерных реакций. Смерть звезды наступает, когда звезда перестает находиться в устойчивом состоянии при нормальных параметрах (плотности, размерах, хоть как-то сопоставимых с солнечными). В этом смысле звёздам уготовано несколько видов смертей, в зависимости от их начальной массы.

При $M < 1,4$ массы Солнца звезда «умирает», становясь новым белым карликом, при $1,4 < M < 3,3$ умиранию соответствует рождение нейтронной звезды как остатка взрыва сверхновой. При $M > 3,3$ смерть знаменует образование чёрной дыры. Все случаи смерти можно наблюдать, и все они — результат истощения ядерного топлива.

Нейтронные звёзды и чёрные дыры проявляют себя по специфическому виду спектра излучения и характеру воздействия на обычные звёзды-спутники.

Глава 2. Совсем «детские» вопросы.



102. Сколько звёзд на небе?

См. ответ на вопрос № 117, стр. 97.

103. Какого цвета Солнце?

См. ответы на вопросы № 3 (стр. 73) и № 811 (стр. 224).

107. А кто наоборот, — самый холодный?

См. ответ на вопрос № 630, стр. 190.

108. Какая звезда на небе самая яркая?

См. ответ на вопрос № 114, стр. 93.

111. Как бы Вы у себя дома смогли наглядно показать своему приятелю, что такое невесомость?

Прежде всего, для дальнейшего правильного ответа на этот вопрос, необходимо разделить физические понятия **массы**, которой обладают все материальные тела всегда, независимо от внешних условий, и веса, который тела приобретают, будучи:

- а) помещёнными в поле тяготения;
- б) находясь там в состоянии динамического покоя; и, наконец,
- в) взаимодействуя при этом с каким-либо иным физическим телом, которое играет роль опоры (подставки или подвеса), и обеспечивает тем самым данный динамический покой.

Сила, с которой рассматриваемое тело взаимодействует с опорой, и будет называться **весом** данного тела в данном поле тяготения.

Поскольку в задаче просят продемонстрировать невесомость, не выходя из дома, то, соответственно, поле тяготения тем самым определено, как поле тяжести на поверхности планеты Земля с ускорением свободного падения 981 см/сек^2 (космические и лунные станции пока рассматривать не будем). Соответственно, **невесомостью** будем называть те или иные состояния тел, когда их вес равен нулю (при условии наличия самого тела).

Наиболее распространённой и часто упоминаемой невесомостью является так называемая «**динамическая невесомость**», когда рассматриваемое физическое тело находится в равноускоренном движении под действием силы тяжести. Однако, здесь имеется та хитрость, столь же часто упускаемая из виду, что просто свободный полёт какого-либо тела куда бы то ни было невесомостью не является, поскольку при этом отсутствует опора (другое не менее физическое тело), сила взаимодействия с которым в процессе полёта должна быть равна нулю. Поэтому простое подпрыгивание или подбрасывание задачу в строгом смысле слова не решает. Часто предлагаемое многими юными исследователями «выбрасывание» приятеля из окна тем более не способствует конструктивному решению, поскольку в условии прямо просили не выходить из дому в процессе создания невесомости.

Для продуктивной демонстрации необходимо позволить свободно двигаться не только рассматриваемому телу, но также и его опоре, наблюдая при этом нулевое значение силы взаимодействия между ними. Лучше всего в данном сценарии предоставить свободу движения грузу (только небольшому) на пружинных весах (лучше на безмене, т. к. он удароустойчивее), которые во время непродолжительного

полёта явственно покажут своей стрелкой на нулевое значение веса упомянутого груза. Достаточно нагляден и типичный школьный пример с полоской бумаги (например, газетной), зажатой между двумя грузами (например, книгами), свободно выходящей между ними при свободном полёте и рвущейся при других способах её изъятия. Наконец, желающие попрыгать, могут и это себе позволить, посадив приятеля себе на плечи и наслаждаясь его (приятеля) кратковременной невесомостью (при условии обеспечения безопасности окружающих лиц и предметов). Хотелось бы обратить внимание на предложенную одним из участников конкурса весьма интересную и нетривиальную демонстрацию динамической невесомости с помощью конструкций малой упругости, распрямляющихся в полёте.

Другой, не менее распространённой невесомостью является **гидро-невесомость**, обеспечиваемая силой Архимеда в жидких и газообразных средах. Рыбки в аквариуме, чайники в стакане, всевозможные предметы, погруженные в ванну, шарики и мыльные пузыри в воздухе (а за пределами дома, — подводные лодки и дирижабли) являются примерами архимедовой гидроневесомости относительно опоры (воды или воздуха). Нужно заметить, что оба рассмотренных выше типа невесомости активно используются для тренировки космонавтов. Динамическая невесомость создаётся в самолёте, летящем по специальной кривой, близкой к параболе; а гидроневесомость, — в гидробассейне Звёздного городка, где под водой помещается целиком космический корабль или орбитальная станция.

Среди иных сил физической природы, способных компенсировать силу тяжести, промышленное применение имеет **электромагнитная невесомость**, первоначально реализованная в виде т. н. «гроба Магомета», а на современном техническом уровне в виде поездов на магнитной подвеске.

Наконец, в качестве определённого курьёза, можно привести пример «**фазовой**» невесомости. Если в чайник налить немного жидкой воды и поставить его на огонь, то через некоторое время вес чайника уменьшится на величину ранее налитой воды, присутствие которой, тем не менее, в виде водяного пара будет явственно ощущаться и в чайнике, и в кухне в целом. Аналогичным образом ведет себя «сухой лёд» (углекислота в твёрдой фазе), используемый в лотках мороженого.

В заключение, исходя из определения невесомости и условий её создания, можно указать также на гравитационные экраны, препятствующие распространению поля тяготения на определенные области пространства, и источники антигравитации, локально компенсирующие

силу тяжести, которые, однако, до настоящего времени не обнаружены и промышленные образцы которых не созданы.

114. Вы взглянули на небо. Как отличить звезду от планеты?

Человек с древнейших времён смотрел на небо и видел на нём и звёзды, и планеты. И все долгие века и тысячелетия наблюдений человек смотрел «невооружённым» глазом, ведь первый телескоп изобрёл и направил в небо Галилео Галилей только в 1609 г. Между тем, планеты всегда отличали от звёзд; человечество знало 7 т. н. «планет», которые располагались на небе «по рангу»: Луна, Венера, Меркурий, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн.

Первым, наиболее сильно «бросающимся в глаза» отличием является яркость планет, или их блеск. В современной астрономии видимую яркость любого объекта на небе обозначают в т. н. «звёздных величинах», обозначаемых индексом ^m. Увеличение блеска на 1^m означает уменьшение потока света в 2,512 раз³. Помимо Солнца и Луны, которые и без того самые яркие на небе (и которые в современном смысле слова планетами не являются), остальные планеты, видимые невооружённым глазом, также занимают в небесной «табели о рангах» самые высокие по яркости места (см. таблицу).

На всём небе всего 4 звезды имеют отрицательные значения своей видимой звёздной величины: Сириус ($-1,45^m$), Канопус, Арктур и α Cen); и ещё 5 штук — около 0^m (Ахернар, Капелла, Ригель, Процион, Вега). Таким образом, ярче Сатурна (когда его кольца повернуты ребром) на всём небе могут быть всего 9 звёзд, а ярче Меркурия — только Сириус и Канопус. Правда, блеск внешних планет может уменьшаться по мере удаления от положения противостояния, т. к. при этом возрастает их удаление от Земли, а внутренних планет — в зависимости от их фазового угла, т. е. освещения со стороны Солнца. Но зато Сатурн может и увеличить свой видимый блеск, если развернёт свои кольца в нашу сторону.

Некоторым дополнительным фактором, помимо блеска, для «узнавания» неяркой планеты может служить и её цвет. Сатурн имеет характерный жёлтый цвет, а Марс всегда был знаменит своим красным цве-

³Это число называется отношением (числом) Погсона по имени Н. Р. Погсона, предложившего это отношение для звёздных величин в 1856 году. Это — приближённое значение (но по точности вполне достаточное в тех случаях, когда вообще имеет смысл использовать понятие звёздной величины). Для справки: $\sqrt[5]{100} = 2,511886432... \approx 2,512$; $2,512^5 = 100,0226083$

Объект	Видимая звёздная величина	Видимый диаметр диска (в секундах дуги)
Солнце	от $-26,82^m$ до $-25,96^m$ (в разных спектральных системах)	от $1955''$ до $1891''$ (в разные сезоны)
Луна	от $-12,73^m$ до -7^m (в зависимости от фазы)	от $2008''$ до $1762''$ (в разных точках орбиты)
Венера	$-4,22^m$ (в наибольшей элонгации)	$61''$ (в нижнем соединении)
Земля	$-3,84^m$ (глядя с Солнца)	$17,6''$ (глядя с Солнца)
Юпитер	$-2,6^m$ (в противостоянии)	$46,86''$ (в противостоянии)
Марс	$-2,02^m$ (в противостоянии)	$17,88''$ (в противостоянии)
Меркурий	$-0,2^m$ (в наибольшей элонгации)	$10,9''$ (в нижнем соединении)
Сатурн	$+0,7^m$ (в противостоянии без колец)	$19,5''$ (в противостоянии)

том. Именно своему красноватому оттенку Марс обязан и своим именем, как «бог войны». Более того, такую же яркую красную звезду в созвездии Скорпиона (α Sco, видимая величина $V = 1,0^m$, спектральный класс M1) специально, чтобы отличать от этой планеты, назвали Антаресом, т. е. «противо-Аресом» (Арес — бог войны у греков).

Вторым важнейшим фактором, отличающим планеты от звёзд, является факт их перемещения на небе. Собственно само слово «planet» означает «блуждающее светило». Блуждают на небе они не беспорядочно, а по определённым правилам «планетного движения».

Во-первых, они придерживаются заданной «полосы движения» по небу, которая называется эклиптикой. Это место, где случаются затмения (= eclipse), или зодиак, т. е. «круг зверей» (zoon = животное). Никакая планета не может «навестить», например, Медведицу или Южный Крест.

Во-вторых, внутренние (относительно Земли) планеты совершают вокруг Солнца периодические «качания», никогда не уходя от него далеко. Наибольшее угловое удаление, или элонгация, Меркурия составляет 28° , а Венеры — 48° . Поэтому Венера с древнейших времён носит название «утренней» или «вечерней» звезды (в зависимости от её западной или восточной элонгации), а Меркурий чаще всего «тонет» на заре в лучах самого Солнца.

Внешние планеты могут занимать вдоль эклиптики любое положение относительно Солнца. Они также движутся среди звёзд на запад, но медленнее Солнца, которое их периодически «нагоняет». Забавно, что когда внешняя планета занимает противоположное относительно Солнца положение, которое называется противостоянием, она начинает «своевольничать» и, демонстрируя свою независимость, движется в обратную сторону, с востока на запад. Это движение планет называется «попятным», и его средние значения даны в таблице:

Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
12°	16°	15°	10°	7°	4°	3°	2°

Планеты отличаются от звёзд ещё одним параметром — их видимым диском (см. таблицу выше). Однако, сам по себе видимый размер диска планет, к сожалению, не может служить надёжным показателем того, что перед нашим взором не звезда, а планета, т. к. предел углового разрешения нормального зрения человека составляет всего около 1 угловой минуты. Кроме Солнца и Луны обычный человек (при хорошем зрении) может различать только диск Венеры при её максимальном приближении к Земле (в нижнем соединении). Забавно, что мать Иоганна Кеплера обладала очень хорошим зрением и могла различать фазы Венеры, и отчасти её заслуга в том, что сам Кеплер впоследствии заинтересовался астрономией вообще и орбитами планет в частности.

Не будучи наблюдаемым непосредственно, диск планеты, между тем, служит первопричиной самой «наглядной» и заметной визуальной особенности планет: в отличие от звёзд планеты не мерцают!

Действительно, наиболее близкие к нам и крупные по размеру звёзды имеют видимые диски на пределе дифракционного разрешения крупных телескопов. Рекордсменом является красный сверхгигант Бетельгейзе (α Ori, видимая величина 0,42^m, спектральный класс M2, светимость 22400 L Солнца), который имеет собственный размер в 300 раз больше Солнца и с расстояния 200 парсек виден под углом около 0,01 угловой секунды. Иными словами, даже для большого телескопа звёзды остаются практически точками, и их лучи можно считать практически параллельными друг другу.

Приходя к поверхности Земли, лучи света пронизывают земную атмосферу и в её нижних слоях встречают на своём пути турбулентные вихри, порождённые температурными неоднородностями. Размеры температурных неоднородностей воздуха составляют 10–25 см и больше, а располагаются они от приземного слоя до границы тропосферы (от 7 до 17 км в зависимости от широты). И хотя эти неоднородности по вели-

чине весьма малы, всего доли градуса ($^{\circ}\text{C}$), однако этого оказывается достаточно, чтобы из-за зависимости коэффициента преломления воздуха от его температуры длина пути луча света изменилась на доли длины волны. Это в свою очередь приведёт к искажению фазового фронта световой волны и малому, но заметному отклонению луча света в данной области от прямой линии. Величина этих «уклонений» составляет от долей до нескольких угловых секунд.

Поэтому при прохождении параллельных лучей света через атмосферу на какой-либо перпендикулярной поверхности вместо равномерного освещения образуется хаотичный узор световых пятен, которые к тому же находятся в постоянном движении (дрожании) с частотой от единиц до нескольких сотен Герц.

Этот эффект называется атмосферным дрожанием изображения. Примеры атмосферной турбулентности можно наблюдать визуально по изображению далёкого предмета, глядя вдоль нагретой солнцем поверхности или сквозь пламя свечи.

Когда мы ночью смотрим на звёзды, наш зрачок глаза расширяется в темноте до 5–8 мм, но по сравнению с размерами неоднородностей и «световых пятен» всё равно остается практически «точечным» приёмником света. Соответственно, освещённость, создаваемая какой-либо звездой на зрачке и далее на сетчатке глаза, быстро и хаотически изменяется от максимального значения и до нуля, иными словами, звезда «мерцает». Временное разрешение нашего зрения составляет около 0,1 с, поэтому за каждую секунду глаз успевает заметить несколько наиболее ярких всплесков света от звезды. А поскольку разные световые импульсы от звезды попадают при этом и на разные светочувствительные клетки (палочки) в сетчатке глаза, то видимые на небе звёзды представляются нам не только «мерцающими», но к тому же ещё и «лучистыми». Именно так, «с лучами» всегда звёзды и изображают, хотя в действительности никаких лучей там нет.

Если наблюдать звёзды в телескоп, который имеет существенно больший размер объектива, чем зрачок глаза, то, начиная с размеров 0,5–1 м, на всю площадь зеркала телескопа будет приходиться уже несколько разных атмосферных неоднородностей. Поэтому в больших телескопах звёзды, во-первых, уже не мерцают, а, во-вторых, их изображение начинает распадаться на несколько отдельных световых пятен, которые называются «спеклами». Размер каждого спекла определяется дифракционным пятном для данного объектива (например, для зеркала диаметром 1 м дифракционное разрешение в видимом свете составляет около 0,1"). Все спеклы располагаются (и «дрожат») внутри т. н. диска

атмосферного дрожания, размеры которого в десятки раз больше и составляют 1–5 угловых секунд.

Именно атмосферное дрожание представляет собой наиболее серьёзное препятствие для повышения углового разрешения наземных телескопов, и астрономы всегда стараются разместить свои инструменты в местах с наилучшими астроклиматическими условиями (например, на вершинах гор). На территории бывшего СССР одним из лучших мест по этому параметру является Среднеазиатская обсерватория на горе Майданак близ г. Самарканда, где в условиях высокогорной пустыни качество атмосферных изображений нередко достигает 0,3".

Теперь нам уже нетрудно будет понять, почему планеты не мерцают. Если даже самая маленькая планета Меркурий имеет угловой размер около 11", то понятно, что это не только намного больше, чем размеры отдельных спеклов, но и превышает размер всего диска дрожания. Поэтому наш глаз, направленный на планету, принимает её свет одновременно от разных её участков по разным траекториям в атмосфере, и все дрожания отдельных лучей складываются и сглаживаются.

Правда, из каждого правила бывают и исключения. Автору посчастливилось наблюдать впечатляющее НЛО 11 августа 1999 г. около полуночи на берегу озера Телецкое. Внезапно на восточном берегу озера над вершинами горного хребта появился очень яркий компактный светящийся объект, который совершал резкие скачки из стороны в сторону и постоянно давал яркие вспышки света. Создавалось полное впечатление, что над вершиной горы что-то летает туда-сюда и «шарит прожектором». К счастью, через 10–15 минут дрожание объекта улеглось, и стало ясно, что это интригующее явление не что иное, как восход Юпитера, а его «скачки» и «вспышки» объяснялись на низких углах чрезвычайно высокой турбулентностью воздушных потоков, восходящих над вершинами гор.

117. Сколько звёзд в ковше Большой Медведицы?

Семь ярких звёзд северного неба, которые мы теперь знаем, как Ковш Большой Медведицы, всегда привлекали к себе внимание человека всех цивилизаций. Во все исторические эпохи они располагались возле северного полюса мира и являлись незаходящими звёздами. Во всех цивилизациях они также объединены в одно созвездие, хотя и под разными именами.

В Древнем Египте звёзды Ковша воспринимались в качестве бедра (задней ноги) быка, и так изображались на небе, например, в Ден-

дерском зодиаке. В Китае семь ярких северных звёзд образовывали повозку, в которой Великий небесный император объезжает свою Небесную империю. У индейцев Америки звёзды в ручке Ковша были тремя охотниками, которые гоняются за добычей (медведем, волком или оленем). У славянских и мусульманских народов это созвездие также было повозкой либо хозяйственного, либо ритуального назначения. Во многих случаях звёзды объединялись и в сугубо утилитарный предмет быта — ковш, корчагу для питья. Наконец, у древних греков эти звёзды ассоциировались с холодным севером и живущими там медведями, поэтому в приполярной области неба и были созданы сначала Большая (Ursa Major, UMa), а затем и Малая Медведицы (Ursa Minor, UMi). От греков затем и все европейские культуры восприняли эту интерпретацию Ковша.

По традиции яркие звёзды каждого созвездия обозначаются буквами греческого алфавита (обычно по мере убывания их яркости; для Большой Медведицы — в порядке расположения звёзд в рисунке «ковша»). Однако, нетрудно заметить, что имена собственные у звёзд сохранились от астрономии арабов.

Большая Медведица — одно из самых больших созвездий всего неба; в современных границах (с 1922 г.) она занимает 1280 квадратных градусов и уступает по площади только Деве и Гидре. Естественно, что по мере уменьшения яркости звёзд их число на небе возрастает почти экспоненциально.

С шагом в 5^m в таблице указано среднее по всему небу значение десятичного логарифма числа звёзд N_m^V на один квадратный градус, которые ярче данной видимой звёздной величины, и оценка числа звёзд такой яркости для всего созвездия Большой Медведицы.

Звёздная величина, m	$\lg N_m^V$	N_m^V (UMa)
0	−4,1	0,1
5	−1,41	50
10	+0,91	10 000
15	+2,94	1 000 000
20	+4,5	40 000 000

Однако, число слабых звёзд все же не бесконечно, поскольку оно не может превосходить общее число звёзд в нашей Галактике (около 10^{11}). Большая Медведица занимает около 3% площади всего неба, к тому же она расположена вне зоны Млечного пути, где концентрация звёзд галактического фона существенно выше. Поэтому мы можем оценить верхнюю границу числа звезд на «территории» этого созвездия от 1% до 0,1% общего числа звёзд, т. е. 10^8 – 10^9 .

Некоторые сведения о ярких звёздах созвездия Большая Медведица.

Звезда	Имя	α , 2000 год	δ , 2000 год	V , ^m	Sp	μ , 0,001'' /год	d , пс	При- мечание
α UMa	Дубхе	11 04	61 45	1,79	K0 III	138	32	пер., дв.
β UMa	Мерак	11 01	56 23	2,37	A1 V	87	24	пер.
γ UMa	Фекда	11 51	53 58	2,43	A0 V	94	26	пер.
δ UMa	Мегрец	12 15	57 02	3,31	A3 V	105	25	
ε UMa	Алиот	12 54	55 58	1,78	A0p	114	25	пер.
ζ UMa	Мицар	13 23	54 56	2,09	A1 V	128	24	тр.
μ UMa	Бенетнаш	13 47	49 19	1,86	B3 V	122	31	пер.

118. Говорят: «звезда первой величины». А каких вообще величин бывают звёзды?

См. вопрос №558, стр. 176 и вопрос №812, стр. 227.

119. Могут ли разные части одного небесного тела вращаться в разные стороны?

Многие участники Турнира справедливо начинали своё изложение данного вопроса с того, что вращательное движение, как и любое другое движение, всегда является **относительным**, и прежде чем говорить, кто, куда и как вращается, необходимо определиться с системой отсчёта. Вращение любого тела или части тела происходит (или не происходит) относительно выбранного направления или иного выбранного тела. Частным, но частым случаем вращения является дифференцированное вращение многих астрономических объектов.

Строго говоря, в природе нет (и не может быть) абсолютно жёсткого тела, которое вращалось бы, не изменяя взаимного положения своих частей. Даже если взять нашу собственную **планету Земля**, которая с обыденной точки зрения является телом «вполне твёрдым», то все её оболочки движутся, и зачастую в разные стороны. Например, материки раньше (около 300 млн. лет назад) образовывали единый суперматерик Пангею, а с тех пор расплзлись в разные стороны — кто куда (Давыдова Юлия: «много лет назад материки на Земле были совершенно в другом положении»). Произошло это из-за движений в мантии Земли, вещество которой в одних местах поднимается из глубин, а в других — опускается, образуя огромные конвективные ячейки, вращающиеся в разные стороны. Правда, скорость этих движений маленькая —

1–5 см/год. В обратную сторону относительно общего вращения Земли поворачивается её глобальное магнитное поле (т. н. «западный дрейф», см. вопрос №951, стр. 311) со скоростью $0,2^\circ$ в год.

Более быстрые вращательные движения в разные стороны можно видеть в других оболочках Земли: например, поверхностные течения в Мировом океане образуют замкнутые циклы, вращающиеся против часовой стрелки (если смотреть на них сверху) в южном полушарии, и по часовой стрелке — в северных частях Тихого и Атлантического океанов. В середине Тихого океана можно наблюдать и вовсе удивительную картину: севернее и южнее экватора идут пассатные течения на запад, а вдоль самого экватора — противотечение на восток.

Дифференцированно вращается и атмосфера Земли: в экваториальной зоне пассаты дуют с востока на запад (по ним так любил путешествовать Тур Хейердал), а в средних широтах господствует перенос воздушных масс в противоположном направлении — с запада на восток. Наиболее выражены эти ветра в южном полушарии, принёсшие печальную известность «ревушим сороковым» широтам, и образующие там антарктическое «течение западных ветров».

В качестве ещё более наглядного примера вращения в разные стороны можно привести такие локальные вихри в атмосфере, как циклоны и антициклоны. Разность в направлении их вращения обусловлена различием в вертикальном движении воздушных масс: в центре циклона (область низкого давления) воздух поднимается вверх, а в антициклоне (область высокого давления) — опускается вниз. Циклоны и антициклоны обычно живут от нескольких дней до нескольких недель — что позволяет, учитывая скорость и направление их движения, составлять прогноз погоды (которая существенно зависит от атмосферного давления).

Если отойти от нашей родной планеты к иным небесным телам, то и там во многих случаях мы увидим и **дифференциальное вращение**, и **конвективные ячейки**. Наиболее впечатляющим примером таких движений является атмосфера Юпитера, которая разбита на зоны и полосы, в которых воздушные массы поднимаются и опускаются, которые вращаются с разными угловыми и линейными скоростями, и между которыми образуются столь замечательные вихри, как Большое Красное пятно и прочие, более мелкие. Такими же особенностями, хотя и менее выраженными, обладают все планеты-гиганты.

На примере нашей ближайшей соседки Венеры мы можем увидеть уникальное явление суперротации атмосферы. Сама планета Венера вращается в обратном направлении, с востока на запад очень медленно

(период 243 дня), а её атмосфера (точнее, облачный слой на высотах 50–70 км) «несётся» со скоростью до 100 м/с и обегает всю планету за 4 дня. (Володин Андрей: «Венера крутится в другую сторону».)

Дифференцированно вращается и Солнце, как это впервые было установлено в 1863 г. Ричардом Каррингтоном. Скорость вращения солнечных пятен определяется зависимостью:

$$(14,44 - 3,0 \sin^2 \varphi) \text{ } ^\circ/\text{сутки},$$

где φ — гелиографическая широта. Соответственно, период обращения деталей на поверхности Солнца составляет:

$$(26,75 + 5,7 \sin^2 \varphi) \text{ суток (земных).}$$

Пятна, которые ближе к полюсам, будут отставать, на экваторе — наоборот, обгонять средние («У Солнца существует зона, где вещество движется и вверх, и вниз»). За последнее время благодаря исследованиям колебаний поверхности Солнца развилось новое направление в физике Солнца — гелиосейсмология, которая установила, в частности, что внутренние части Солнца вращаются с одинаковой угловой скоростью (как твёрдое тело) и быстрее, чем поверхностный конвективный слой.

Если рассматривать в качестве единого объекта **системы тел**, постоянно движущиеся в едином гравитационном поле (соответственно, физически связанные воедино), то в пределах Солнечной системы можно привести примеры целого ряда обратных спутников планет, которые вращаются в противоположную относительно центральной планеты сторону. Наиболее знаменитым среди них является Тритон — гигантский спутник Нептуна (диаметр 2705 км!), который на расстоянии всего 355,3 тыс. км имеет наклон орбиты в 157° . Это единственный случай, когда обратное вращение имеет столь крупный (подобный нашей Луне) спутник. Следующий известный пример — Феба, самый далёкий спутник Сатурна. Он движется по сильно вытянутой орбите (эксцентриситет 0,163 и радиус 12954 тыс. км) с наклоном 175° . При радиусе в 110 км, несинхронном вращении с периодом 9 ч, очень тёмной поверхности (альбедо 0,05) Феба, скорее всего, является захваченным астероидом. Самой большой коллекцией обратных спутников обладает Юпитер — их у него 4. Это самая далёкая группа юпитерианских спутников (от 21200 до 23700 тыс. км), наклоны орбит которых лежат в пределах от 145° до 164° , а размеры составляют 10–20 км.

Одной из самых распространённых ошибок участников Турнира было утверждение об обратном вращении колец Сатурна. Как известно,

кольца Сатурна состоят из отдельных частиц, и вращаются дифференцированно с периодами от 5,5 часов на внутреннем краю до 14,3 часа на внешнем, и, разумеется, в ту же сторону, что и сам Сатурн (его период — 10,5 ч). Кольца в своей средней части играют роль «сатурностационарных» спутников, так что если смотреть с «поверхности Сатурна» (т. е. из его облачного слоя), то ближний край колец будет вращаться в одну сторону (обгонять вращение поверхности), а их дальний край — в противоположную (отставать).

Примеры обратного вращения отдельных «несознательных» объектов есть и в масштабах всей Солнечной системы, например, обратное движение кометы Галлея (наклонение 162°). Ядра комет могут вращаться в различные, в том числе и в противоположные стороны относительно орбиты кометы и поворота её хвоста. Произвольным образом вращаются и астероиды. (Глинская Оксана: «метеоритное облако — в нём мелкие частицы вращаются и соударяются по-разному».)

Если мы выйдем на галактические просторы, то и там мы обнаружим разностороннее вращение. В **газовых туманностях** отдельные части расширяющихся оболочек при взаимодействии с межзвёздной средой вполне могут приобретать вращательные движения (вихри), направленные в разные стороны, хотя и продолжающие свое генеральное движение вперёд. (Суплатов Дмитрий: «между разными частями пылевых облаков, называемых небулами, действуют разные силы притяжения».)

Наиболее очевидным примером могут служить также **кратные звёзды**. Если в близких парах звёзд они вращаются, как правило, в ту же сторону, что и их орбитальное движение, поскольку они родились из одного вихря газового облака, то в кратных звёздах компоненты отстоят далеко друг от друга, и орбитальные и вращательные движения членов системы могут быть совершенно разными. В шаровых звёздных скоплениях отдельные звёзды также имеют хаотическое распределение своих орбит. Вращаясь вокруг общего центра масс, каждый член скопления вполне может двигаться в противоположную сторону, нежели его сосед.

В **галактиках**, похожих на наш Млечный Путь, существуют разные подсистемы или разные «типы звёздного населения». Кроме галактического диска, содержащего газ и молодые звёзды, есть и т. н. «галактическое гало», которое состоит из более старых звёзд и имеет сферическую форму. Старые звёзды гало образовались, по-видимому, на ранних стадиях эволюции самой галактики, когда плоского диска в ней ещё не было. Двигутся они подобно членам шаровых скоплений в произвольных направлениях, в т. ч. могут лететь и в противоположную сторону

относительно вращения всей Галактики. Во многих спиральных галактиках обнаружены вихревые движения газа между соседними спиральными рукавами, так что по аналогии с динамикой атмосферы Земли они были названы галактическими циклонами и антициклонами. Естественно, что вращаются они в разные стороны.

Наконец, совсем необычный пример разностороннего вращения можно видеть в случае взаимодействующих и сливающихся галактик. В галактике М 64, например, которая образовалась из двух слившихся галактик с разным направлением вращения, газопылевой диск во внутренней части вращается в противоположную сторону относительно вращения звёзд и газа на её периферии (Андреев Иван: «отмечена галактика, в которой система звёзд вращается в одну сторону, а газопылевой диск — в другую».) В центре некоторых эллиптических галактик (в которых газа обычно очень мало), обнаруживаются небольшие вращающиеся газопылевые диски, которые вполне могут быть «полупереваренными остатками» от ранее поглощённых галактик.

134. Все ли небесные тела круглые?

Как было сказано выше, сферическая форма небесного тела определяется действием силы тяготения; взаимное притяжение материи собирает всё вещество в наиболее компактную геометрическую форму (сфера), которая соответствует также и минимуму потенциальной энергии. (Дегтярёва Анна: «небесные тела максимально круглые, их „круглость“ зависит от их размеров».)

Сразу видны и возможные исключения из этого общего правила. Если небесное тело мало (точнее, мала его масса), то прочность слагающего его материала может успешно противостоять малым гравитационным силам. По этой причине весьма некруглую форму имеют малые планеты (астероиды), малые спутники (например, Фобос) и ядра комет (например, кометы Галлея; см. вопрос № 762, стр. 211; «Ядро кометы Галлея имеет форму башмака»). (Одинокое Алексей: «мелкие тела могут иметь неправильную форму, т.к. действие сил сцепления между отдельными их частями превосходит действие гравитации».) По мере увеличения массы планеты давление вышележащих слоёв начинает всё быстрее превосходить предел пластической деформации нижних горных пород, и все неровности тела планеты начинают сглаживаться. Поэтому, например, величайший вулкан Солнечной системы Олимп высотой 25 км может существовать на Марсе, но не может — на Земле. У нас самый высокий вулкан Мауна-Кеа (4205 м) возвышается над

окружающей океанической плитой (глубина океана около 5500 м) почти на 10 км. По мере дальнейших извержений такая постройка начнёт всё сильнее прогибать собственное основание и «тонуть», аналогично более старым вулканам в цепочке Гавайских островов, уходящей на северо-запад.

Более массивные планеты-гиганты прячут свои тела под толстой и густой атмосферой столь тщательно, что само существование какой-либо границы между газообразной и твёрдой (или жидкой) оболочками этих планет остаётся до сих пор под вопросом. Но для гигантов существенную роль начинает играть их быстрое вращение, заметным образом их «сплюсывающее»:

Параметр	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Период вращения, сут.	243	0,996	1,03	0,413	0,444	0,718	0,739
Экваториальный радиус, км	6051	6378	3394	71392	60268	25559	24765
Полярный радиус, км	6051	6357	3376	69894	58300	25270	24340
Относительное сжатие	0,0	0,0033	0,0053	0,0214	0,0338	0,0114	0,0175

Наиболее «круглыми» являются медленно вращающиеся тела как твёрдые (Венера), так и газовые (например, Солнце, см. выше — вопрос №36, стр. 80).

Однако Солнце вращается так медленно (экваториальная скорость 1,93–2,03 км/с) потому, что «передало» весь свой угловой момент в планетную систему. Одиночные звёзды могут вращаться в сотни раз быстрее Солнца; например, для звёзд спектральных классов О и В типичными являются значения около 400 км/с. Центробежное ускорение на экваторе таких звёзд может составлять уже значительную долю от ускорения свободного падения; соответственно, они должны испытывать очень большое сжатие на полюсах.

Следующим интересным случаем несферичности звёзд является ситуация, когда в тесной паре звёзд один компонент является массивным и компактным (например, нейтронная звезда или чёрная дыра), а другой — красным гигантом. Тогда под действием приливного возмущения соседа гигантская звезда, вытянувшись, может так исказить свою форму, что изменение её яркости будет заметно из наблюдений. Но в этом случае звезда будет принимать именно вытянутую форму («дыня»), а не сплюснутую, как при вращении («тыква»). В предельном случае, когда увеличивающийся в размерах гигант заполняет свою полость Роша⁴, внешняя часть его вещества начинает перетекать на другую звезду в виде струй газа, и в этом случае звезда вообще «теряет

⁴ см. стр. 343

свою форму». (Пантелеев Алексей: «система из 2 звёзд, где одна — белый карлик или чёрная дыра, а другая — обычная; при этом вторая звезда деформируется, и с неё начинается на первую слетать газ».)

Многие небесные тела могут иметь при себе кольца или диски, которые будут отличать их от круглой формы. В нашей Солнечной системе таким примером является Сатурн, видимый при большом наклоне своих колец, как эллипс. Вокруг маломассивных звёзд и звёзд поздних классов нередко могут образовываться газопылевые диски, а вокруг нейтронных звёзд — диски аккреции.

Наконец, наиболее «бесформенными» небесными телами выглядят галактики, которые являются динамическими системами и состоят из большого числа звёзд (до $200 \cdot 10^9$). В зависимости от изначальной скорости их вращения, эллиптические галактики могут иметь форму от круглых (E0) до дисковых (E10 или S0). Если в галактике присутствует достаточное количество газа, то движущиеся облака могут сталкиваться между собой (в отличие от звёзд, которые только притягивают друг друга, но не сталкиваются непосредственно), терять при этом свою скорость, направленную поперёк плоскости галактики, и образовывать в ней вращающийся газопылевой диск. Если в таком диске разовьются спиральные волны плотности, то рождающиеся из межзвёздного газа новые молодые массивные и голубые звёзды «нарисуют» нам тот красивый узор, который мы видим обычно на фотографиях спиральных галактик. Если же в галактике газа совсем много, и молодое поколение звёзд рождается повсеместно и доминирует над старыми звёздами, то такая галактика может вообще не иметь у себя основной плоскости, и будет выглядеть, как неправильная (иррегулярная) галактика.

По аналогичным причинам достаточно произвольные формы имеют светлые и тёмные туманности внутри нашей Галактики любого происхождения (Туманность Ориона, Конская Голова, Северная Америка, Крабовидная туманность, и др.). Взаимодействующие галактики могут вообще принимать самые причудливые и оригинальные формы. Особым случаем «некруглых» небесных объектов является искажение видимой формы далёких галактик и квазаров в т.н. «гравитационных линзах».

Что касается искусственных небесных тел, то они имеют ту форму, которую им придали их изготовители (первый советский спутник имел форму шара диаметром 58,3 см).

135. Что общего между Вселенной и пенопластом?

Наблюдения говорят, что Вселенная имеет ячеистую, пористую структуру. В самых больших масштабах скопления галактик распределены в пространстве однородно, но на масштабах поменьше однородность структурируется: «пустоты» окружены «тонкими стенками». Так и у пенопласта.

142. Предложите наиболее простой способ измерения высоты Главного здания МГУ им. М. В. Ломоносова на Ленинских (Воробьёвых) горах. Предложите наибольшее число способов измерения высоты здания, основанных на разных принципах.

Сама по себе задача об измерении высоты большого здания известна давно и существует в разных вариантах. Соответственно, и большинство обсуждаемых ниже способов также «не новы». Однако, именно Главное здание МГУ им. М. В. Ломоносова на Ленинских (Воробьёвых) горах существенно отличается от многих и многих иных высотных зданий. Соответственно, те, кто в данной задаче рассматривал «абстрактный небоскрёб» (типа WTC), неизбежно впадали в ошибки, скорее всего, превосходящие по своей величине требуемые в условии задачи 10% точности.

Все рассматриваемые способы условно можно разделить на геометрические и физические методы.

Наиболее часто в качестве самого простого геометрического способа предлагался такой: измерить высоту одного этажа, пересчитать все этажи и перемножить одно на другое. (Некоторые дотошные участники предлагали даже пересчитать все кирпичи.) Но, во-первых, где гарантия, что высота разных этажей одинакова? (Для МГУ она точно разная.) А во-вторых, ГЗ МГУ — не прямоугольный небоскрёб, а пирамида сложной архитектурной формы, значительная часть которой вовсе не имеет этажей. Кроме верхнего шпиля, в ней имеются еще много других «внеэтажных» вставок. Только при условии высокой аккуратности в визуальных измерениях можно, наверное, определить данным способом высоту «равномерно-этажной» части здания, а затем сопоставить её с полной высотой и при этом не выйти за пределы заданной точности.

Не самый простой, но ещё более распространённый способ — метод подобных треугольников, с помощью которого ещё Фалес, по преданию, измерил высоту египетских пирамид. Само подобие треугольников обеспечивается либо единой линией визирования на вершину

шпиля и предмет известной высоты, либо по линии тени от Солнца. Как известно, для определения искомой высоты в большом треугольнике достаточно измерить основания в малом и большом треугольниках, а затем взять пропорцию относительно известной высоты малого треугольника. Метод, конечно, классический, можно надеяться, что не подведёт, но... Но опять-таки, в отличие от прямоугольного небоскрёба или любого иного отвесного обрыва в случае с пирамидой не ясно, как же измерить длину основания большого треугольника? Ведь её центральная точка (место на горизонтальной плоскости, куда проецируется её вершина) остаётся недоступной для нас. Если мы просто измерим расстояние до ближайшей стены ГЗ МГУ, то допустим большую ошибку, ведь вершина здания находится не только выше, но и дальше! (Некоторым облегчением данного противоречия может служить метод параллельного переноса измеряемого расстояния от ближайшей стенки до центра здания вбок от линии визирования, например, на параллельную улицу.)

В случаях, когда нельзя измерить расстояния до основания объекта непосредственно, применяют метод треугольников на разном удалении. Не трудно заметить, что угол возвышения любого объекта уменьшается по мере нашего удаления от него. Таким образом, если измерить сначала угол возвышения шпиля ГЗ МГУ вблизи здания (но не подходя к нему вплотную), а затем — на большем удалении, и не забыть измерить то расстояние, на которое нам пришлось при этом «отодвинуться», то из системы двух треугольников с одной и той же высотой, но разными длинами, нетрудно получить формулу для искомой общей высоты. Данный метод вполне точен, хотя простым его, пожалуй, не назовёшь.

Близким по смыслу к рассмотренному является и метод горизонтальных параллаксов, тем более, что в астрономии метод параллаксов является основным методом измерения расстояний. Перемещаясь перпендикулярно направлению на интересующий нас объект, можно измерить, как меняется величина угла направления на него в зависимости от пройденного расстояния. Из треугольника, образованного двумя крайними положениями наблюдателя и верхней точкой здания, можно определить расстояние до неё по наклонной плоскости. А затем, измерив угол возвышения, наклонное расстояние уже можно перевести в высоту всего здания.

Очень близок к методу параллаксов и «чисто астрономический» метод определения высоты здания по суточному движению светил. Состоит он вкратце в следующем: если от высокого здания отойти на достаточное расстояние к северу, то светила в южной стороне неба,

очевидно, будут двигаться на фоне здания с востока на запад почти горизонтально. Суточное движение светил, видимое нами, отражает, как известно, собственное вращение Земли вокруг своей оси со скоростью 1 оборот за 24 часа. Можно найти (подобрать) такую точку на горизонтальной поверхности, что какое-нибудь светило (яркая звезда или планета) окажутся точно на линии, соединяющей наблюдателя и верхний конец шпиля здания. Тогда, двигаясь по поверхности земли на восток, можно так подобрать скорость своего «вышагивания», что выбранная нами звезда будет постоянно визуально совмещена со шпилем. Наше перемещение на восток в данном случае будет вполне аналогично нашему «суточному вращению» вокруг верхнего конца шпиля здания. Соответственно, измерив скорость такого перемещения, нетрудно определить радиус нашей «суточной орбиты», т. е. расстояние до верхушки шпиля (а по нему и по углу возвышения шпиля над горизонтом — и искомую высоту здания). Данный метод «по звёздам» более точен для светил, выбранных около небесного экватора, т. к. звёзды на высоких склонениях движутся тем медленнее, чем они ближе к полюсу мира. Кроме этого, при вычислениях по Солнцу нужно брать продолжительность солнечных суток (24 часа), по звёздам — звёздных суток (23 ч 56 мин), а при использовании Луны нужно учитывать её собственное движение.

Наверное последним чисто геометрическим способом измерения высоты здания (или иного возвышенного места), который мы здесь упомянем, является измерение величины понижения видимого горизонта при поднятии наблюдателя на большую высоту. Очевидно, однако, что измеряемый эффект ввиду огромных размеров земного шара очень мал, и данный метод никак нельзя назвать простым. Не думаю, чтобы кто-нибудь из учащих смог бы реализовать такие измерения с требуемой по условиям задачи точностью (см. также стр. 114).

Из физических методов наиболее общеизвестным является способ, использующий свободное падение предметов и позволяющий вычислить высоту падения по времени полета. Однако, помимо учёта сопротивления воздуха (на таких высотах и скоростях падения оно будет уже оказывать существенное влияние на измерения), о котором упоминали немногие, самым главным препятствием для «бросания камушков с крыши» будет опять-таки факт «неудобной» формы здания и недоступности самой верхней точки шпиля для нашего с Вами её непосредственного посещения. Ведь если кто-то хочет измерить высоту падения по времени падения, то «ронять» камушек во избежание ошибок нужно с нулевой начальной скоростью. Со шпиля МГУ в таком случае до земли

ни один «камушек» не долетит, а потеряется по пути где-то на промежуточных крышах. Некоторые участники Турнира предлагали со шпилья построить такой балкончик, чтобы он выступал за периметр всего здания, — ну это уж совсем маниловщина!

Отчасти преодолеть данное противоречие (недоступность центральной точки) можно, переведя процесс падения в процесс подбрасывания. Дело в том, что как раз недалеко от ГЗ МГУ в некоторые дни действительно случается «подбрасывание» предметов на высоту, даже несколько превышающую общую высоту всего здания. Во время государственных праздников миномёты специального типа (именуемые также «салютницы») выстреливают вверх заряды фейерверка. Если установить (по техническим параметрам миномёта) скорость выстреливания заряда, то можно рассчитать высоту верхней точки его полета, а затем сравнивая залпы салюта со зданием ГЗ, прикинуть и его высоту. К сожалению, от этого метода трудно ожидать высокую точность результата.

Некоторые участники для измерения высоты здания предлагали использовать равномерное вертикальное движение. Многие упоминали лифт. В принципе такой подход также возможен, если известна скорость движения кабины лифта. Однако, во-первых, нужно помнить, что ни один лифт от земли до верхушки шпилья всё равно не ходит. Соответственно, это возвращает нас к методу измерения высоты здания «по частям». Во-вторых, движение скоростных лифтов на самом деле всегда очень неравномерное: они должны плавно разогнаться в начале и тормозиться в конце движения, а учесть эти эффекты аккуратно достаточно сложно.

Также предлагалось для реализации равномерного вертикального движения запустить рядом со зданием воздушный шарик и засечь время его подъёма до уровня шпилья. Может быть, может быть... (Желудкова Дарья: «можно рассчитать среднюю скорость подъёма воздушного шара, например, с гелием».) Нужно только независимо и достаточно точно измерить скорость подъёма такого шарика и быть уверенным, что во время полёта его не сдует в сторону какой-нибудь шальной порыв ветра (а около высоких зданий всегда ветрено).

Ещё можно высоту подъёма определить по барометрической формуле — так, как определяют высоту своего полёта на всех самолётах. Поскольку давление воздуха с высотой уменьшается по известному закону, то имея в руках барометр (на самолётах — альтиметр) и попав каким-либо образом (хотя и не понятно, каким) на верхушку шпилья, можно вычислить, на какую высоту относительно земли мы при этом

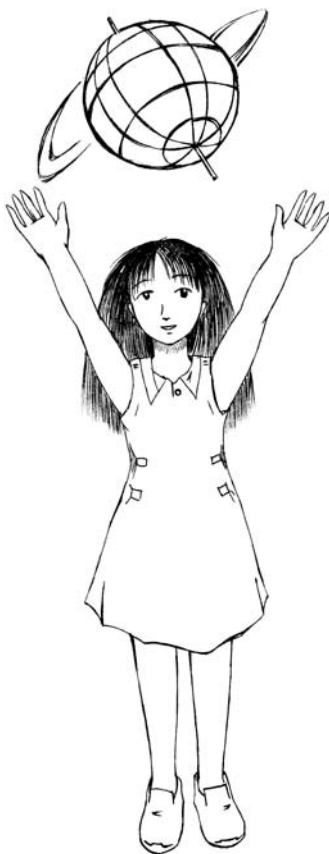
поднялись. Возможно, что такое измерение удовлетворит и уровню требуемой точности.

Ещё более тонкий физический эффект, проявляющийся с высотой, состоит в том, что по мере подъёма мы удаляемся от центра Земли, а соответственно, при этом некоторым образом уменьшается и сила тяжести. Измерить уменьшение ускорения свободного падения с высотой теоретически можно с помощью эффекта замедления колебаний маятника, однако, достичь требуемой точности подручными средствами едва ли возможно.

Наиболее «продвинутые» школьники предлагали не мучаться вычислениями, а воспользоваться космическими навигационными системами («взять GPS»).

Наконец, напомним, что в условии задачи помимо всяких разнообразных способов измерения высоты требовалось указать и наиболее простой. По мнению автора, проще всего определить высоту ГЗ МГУ можно, если заметить, что все здание представляет собой по форме пирамиду с углом у основания 45 градусов. Убедиться в этом можно с помощью карандаша на вытянутой руке, глядя, например, со смотровой площадки. Соответственно, высота от основания до верхушки шпиля со звездой равна точно половине длины главного фасада здания, которое нетрудно измерить шагами, что автор и сделал.

Глава 3. Крутится-вертится шар голубой



160. Известно, что можно определять стороны света по часовой стрелке. Каким образом это можно сделать, находясь в Эфиопии? А в Новой Зеландии?

В наших широтах половина (биссектриса) угла между 12 и часовой стрелкой, направленной на Солнце, показывает юг, в Новой Зеландии — между 12, направленной на Солнце, и часовой стрелкой — север, а в Эфиопии этот метод не действует.

Обычный метод определения сторон света по Солнцу и часовой стрелке, как известно, состоит в следующем: часовая стрелка на циферблате направляется на Солнце, угол между ней и цифрой 12 делится

пополам, и эта линия и есть направление на юг (для декретного времени берётся цифра 1, для летнего декретного — цифра 2). Этот метод даёт приемлемую для ориентирования на местности ошибку до 30° в северных широтах (выше 50°), где Солнце можно предполагать движущимся вдоль южной части горизонта слева направо с угловой скоростью, вдвое меньшей, чем угловая скорость часовой стрелки, и находящимся над точкой юга приблизительно в 12 часов среднего солнечного времени, или в 13 часов декретного, или в 14 часов декретного летнего времени.

В экваториальной части Земли (например, в Эфиопии) Солнце на небе движется почти перпендикулярно линии горизонта, проходя около полудня недалеко от зенита. Очевидно, что ориентирование по Солнцу и часам в это время практически невозможно. В утренние часы, от 6 до 9 часов, Солнце поднимается на восточной стороне горизонта, а в вечерние — с 15 до 18 — опускается на западной.

В южном полушарии Земли Солнце движется вдоль северной стороны горизонта справа налево, в обратную сторону относительно часовой стрелки. Данный метод также можно применять в высоких южных широтах (например, в Новой Зеландии), только на Солнце нужно направить цифру 12 на часах (или 1, или 2, соответственно), а не стрелку, и полученное направление биссектрисы угла между Солнцем и стрелкой будет показывать направление на север, а не на юг.

182. Действительно ли Земля имеет форму шара?

Имеет ли Земля форму шара? Этот вопрос один из самых древних в астрономии, можно даже сказать, что проблема формы и размеров Земли была той задачей, из которой родилась вся наука человечества.

Опуская всевозможные предания всяческих народов мира о плоских и иных формах Земли, первое упоминание о **сферической форме** Земли содержится в дошедших до нас пересказах сочинений Фалеса Милетского (около 624–547 г. до н. э.). Аналогичное мнение относится к мыслям **Пифагора** (ок. 570–500 г. до н. э.) о мировой гармонии сфер. Его идеи в дальнейшем развивали многие последователи пифагорейской школы. Первые научные наблюдательные доказательства шарообразности Земли приведены **Аристотелем** (384–322 г. до н. э.) в его сочинении «О небе» (ок. 360–340 г. до н. э.). Аристотель указывает на круглую тень Земли во время лунных затмений и изменение высоты светил при перемещении с юга на север. Он впервые дал и оценку размеров земного шара, который много меньше по сравнению с величиной звёзд: 400 000 стадий в окружности (60–75 тыс. км).

Первое в истории *измерение* размеров Земли произвёл греческий астроном **Эратосфен** Киренский (276–194 г. до н.э.) около 230 г. до н.э. Он знал, что в южном Египте в городе Сиена (Асуан), который лежит на северном тропике, в день летнего солнцестояния лучи Солнца падают вертикально, а предметы не отбрасывают тени. В этот же полдень он измерил высоту Солнца и у себя, в г. Александрии на берегу Средиземного моря, и обнаружил, что здесь Солнце отклонено от вертикали на $1/50$ часть окружности (истинная разница по широте составляет $6^{\circ}47'$ или $1/53$ часть). Зная расстояние между Александрией и Сиеной по земле (около 5000 стадий), Эратосфен весьма точно определил длину земной окружности в 252000 стадий (в зависимости от истинного значения египетской стадии это составляет от 36690 до 45000 км). Позднее Эратосфен возглавил Мусейон (Дом Муз в Александрии, он же Музей), — крупнейший научный центр не только Египта, но и всего древнего мира. Он же первым создал и географические карты с обозначением на них меридианов и параллелей.

Через полтора века, в 85 г. до н.э. другой александриец Посидоний применил принципиально иную методику градусного измерения дуги меридиана. Он наблюдал звезду Канопус, самую яркую в созвездии Киль, из двух разных мест, и по разнице её высоты над горизонтом получил величину окружности Земли в 180000 стадий (32400 км). В 100 г. китайский учёный Цай Пи в сочинении «Гайтянь» («Покрывающее небо») описал Землю и небо, как две параллельные сферические поверхности, отстоящие друг от друга на 80000 ли (46080 км). Индийский астроном и математик Ариабхата (476–?) в своём труде «Ариабхатиам» описал Землю, как вращающийся шар. Тем забавнее через 900 лет после Аристотеля и 800 лет после Эратосфена встречать в «Христианской топографии» Козьмы Индикоплова (?–550 г.) рассуждения о плоской прямоугольной Земле, помещённой внутри Вселенной в виде ящика по образцу Скинии Завета божьего.

В Китае попытка измерения длины дуги меридиана по методу градусных измерений была предпринята в 725 г. под руководством Нань Гун-шо. Расстояние между городами Хуанчжоу и Шанчай было измерено непосредственно, а разность широт конечных пунктов (более 2°) определялась по изменению высоты полюса мира. Через 100 лет, в 827 г. по приказу Багдадского халифа аль-Мамуна, известного как покровитель астрономии и точных наук, в пустыне Синдjar между реками Тигром и Евфратом было выполнено градусное измерение дуги меридиана. Длины отрезков на местности измерялись с помощью колышков и веревочек, а на конечных пунктах базового расстояния определялись

высоты звёзд. Длина 1° дуги меридиана составила 56,6 арабские мили (113 км, истинное значение — 111,8 км). Таким образом, и китайцы, и арабы, как и древние греки, прекрасно знали истинные размеры сферической Земли.

Между 1022–1024 гг. Бируни (973–1048) применил метод измерения радиуса земного шара по величине понижения видимого горизонта и описал его в своём капитальном трактате «Геодезия» (1025): «Я нашёл в земле индийцев [в Пенджабе] гору, возвышающуюся над широкой равниной, поверхность которой гладка, как поверхность моря. Я искал на вершине горы видимое место встречи неба и земли, то есть круг горизонта, и обнаружил его ниже линии восток-запад менее чем на треть и четверть градуса (34 угловые минуты). Затем я определил высоту горы (652,05 локтей)...». Из расчётов Бируни длина 1° дуги меридиана составляла 110275 м (истинное значение 110895 м для этой местности).

Европейцы первыми в истории добились фактического подтверждения шарообразности Земли — им стало кругосветное плавание **Магеллана** и Эль Кано в 1519–1522 гг. (см. вопрос № 950, п. 14, стр. 307). Но первое измерение размеров Земли в Европе случилось через 17 веков (!) после Эратосфена. Только в 1528 г. Жан Фернель путём подсчёта числа оборотов колеса экипажа измерил расстояние от Парижа до Амьена. Величина 1° дуги меридиана у него составила 110,6 км. Ещё век спустя, в 1614–1617 гг. голландский астроном Виллеброрд Снеллиус впервые применил метод триангуляции, когда линейная протяжённость большой дуги на поверхности Земли измеряется через систему последовательно сопряжённых треугольников. Его измерение 1° дало 107335 м. Наконец, в 1671 г. член Парижской академии Жан Пикар (1620–1682) опубликовал свой труд «Измерение Земли», в котором не только сообщил результаты высокоточных триангуляционных измерений в 1669–1670 гг. дуги Париж-Амьен ($1^\circ = 111210$ м, истинное значение 111180 м), но и высказал предположение о том, что истинная форма Земли — не шар!

Буквально через год, в 1672 г. Жан **Рише**, проводя наблюдения Марса в Кайенне (Гвиана в Южной Америке, широта $+5^\circ$), обнаружил явление замедления периода секундного маятника по сравнению с его периодом в Париже. Это было первое инструментальное свидетельство уменьшения силы тяжести на экваторе.

Это открытие вновь заострило бурный спор, имевший место в то время в европейской науке. Дело в том, что в соответствии с теорией всемирного тяготения Ньютона, вращающиеся тела (в том числе наша Земля) должны принимать форму сплюснутого эллипсоида, а по теории

эфирных вихрей Декарта, напротив, вытянутого сфероида. Поэтому вопрос об истинной форме Земли для ньютонианцев и картезианцев был принципиально важен. Дыня или тыква, огурец или помидор, мандарин или лимон — эта дилемма имела воистину вселенское значение. Директор Парижской обсерватории Джованни Доменико **Кассини** (1625–1712) с 1683 г. начал проводить новые обширные работы по градусным измерениям уже на длинной дуге — от нормандских берегов Франции на севере до испанской границы на юге. К сожалению, из-за смерти Кольбера (министр финансов Людовика 14) и самого Кассини работы прерывались и были завершены его сыном Жаком Кассини (1677–1756) только в 1718 г., а результаты опубликованы в 1720 г. Кассини также был картезианцем по своим взглядам и даже вступил в спор с Ньютоном, утверждая, что земной шар имеет вытянутую форму. Сам Ньютон давал теоретическую оценку сжатия Земли в $1/230$.

Чтобы окончательно разобраться с «дынями», «помидорами» и прочими «лимонами», Французская академия наук в 1735 г. организовала две грандиозные по тому времени экспедиции к экватору и полярному кругу. В Лапландию (66° с. ш.) отправились Пьер Мопертюи и Алексис Клеро, где измерили дугу протяжённостью $57'30''$ и получили длину 1° равной 57422 туаз (111,9 км). В Перу под руководством академика Пьера **Бугера** (1698–1758) методом триангуляции была измерена дуга от $+0^\circ2'30''$ с. ш. до $-3^\circ04'30''$ ю. ш., по которой длина 1° составила 56748 туаз (110,6 км). Результат этой экспедиции стал первым опытным подтверждением сплюснутости Земли, что могло иметь место в случае, когда Земля имеет форму **эллипсоида вращения**. В честь этого события была даже выбита медаль, на которой изображённый Бугер слегка опирался на земной шар и слегка его сплющивал.

Первую теорию фигуры Земли предложил в 1743 г. Алексис Клод **Клеро** (1713–1765). Теоремы Клеро устанавливают связь между формой Земли, её вращением и распределением силы тяжести на её поверхности, тем самым были заложены основы нового направления науки — гравиметрии. В 1841 г. Фридрих Бессель (1784–1846) установил для Земли форму сфероида со сжатием в $1/299,15$, а в 1909 г. Джон Хейфорд получил эллипсоид с экваториальным радиусом 6378,3884 км и сжатием $1/297,0$, который использовался в качестве стандарта до 1964 г.

Фундаментальные определения были выполнены в 1940 г. Ф. Н. Красовским и А. А. Изотовым и опубликованы в 1950 г. Эллипсоид **Красовского** очень близок к современной системе астрономических постоянных, принятых Международным астрономическим союзом: экваториальный радиус Земли 6378160 ± 3 м, полярный радиус 6356779 м,

сжатие $0,0033529 = 1/298,25$. При этом было введено и экваториальное сжатие $1/30000$. Таким образом, некоторым промежуточным приближением формы Земли служит трёхосный эллипсоид, у которого разница между экваториальным и полярным радиусами составляет 21381 м, а экваториальные радиусы в направлении Африки и Бразилии отличаются на 200 м.

На самом деле, истинная форма Земли на уровне точности в сотни метров уже не может быть представлена ни одной достаточно простой математической фигурой, и для её представления применяется понятие геоида. **Геоид** — условная поверхность равного потенциала (поверхность равновесия), совпадающая с поверхностью свободно покоящейся воды в открытом океане. Отклонения геоида от эллипсоида не превышают, как правило, 100 м. Тем не менее, при условном представлении отклонений реальной формы Земли от аналитической фигуры, эти отклонения напоминают по форме грушу: «пишка» на северном полюсе и «провал» в Антарктиде. С помощью современных методов определения координат, в том числе и высоты над уровнем моря (спутниковые навигационные системы GPS, радиоинтерферометрические измерения и т. д.) реальная поверхность Земли описывается огромным массивом данных, при этом положение любого репера в трёхмерном пространстве может быть определено с точностью до сантиметра.

Не надо путать форму Земли (геоид) с её реальной твёрдой поверхностью. Очевидно, что рельеф литосферы в океанах располагается ниже поверхности геоида, а на материках — выше (говорят: «высота над уровнем моря»). Самая глубокая (относительно геоида) точка литосферы расположена в Марианском желобе (-11022 м), а самая высокая — г. Джомолунгма (8848 м). Наибольший перепад высот рельефа находится около Южной Америки, где разница высоты Анд (гора Аконкагуа — 6960 м) и прилегающего Чилийского желоба (максимальная глубина — 8180 м) составляет 15140 м.

Интересно напомнить, что форма Земли изменяется во времени. На ранних этапах существования Земли, как планетного тела, она вращалась вокруг своей оси значительно быстрее; предполагается, что древние земные сутки могли составлять 4-5 часов. Очевидно, что сжатие Земли в ту эпоху было значительно больше современного (попробуйте оценить самостоятельно — на сколько?). С течением времени скорость вращения Земли замедляется (примерно на 15% за полмиллиарда лет), а её форма, соответственно, «округляется».

На меньших отрезках времени и меньших масштабах по высоте существенную роль играет геотектоника плит. Как известно, материи

«плавают» по поверхности магмы, как льдины по воде, и, перемещаясь, искажают при этом форму геоида на величины $\simeq 100$ м за времена $\simeq 200 \cdot 10^6$ лет.

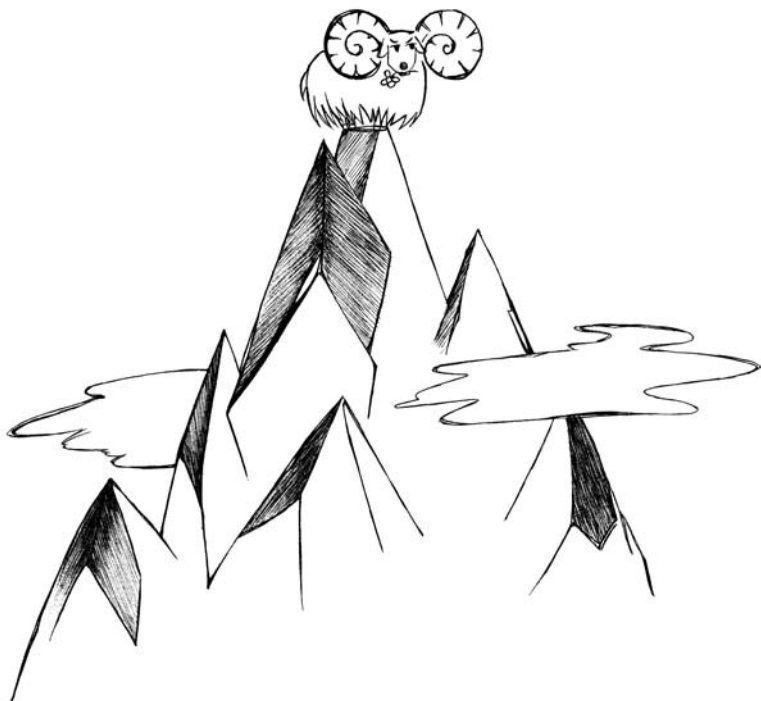
Наиболее «быстрыми» искажениями формы Земли являются приливы — гравитационные возмущения от Луны и Солнца. Наиболее известны эти возмущения в водной оболочке Земли, хотя присутствуют они и в атмосфере, и в литосфере. Теоретическая высота прилива (т. е. искажение формы геоида вследствие гравитационного возмущения от Луны) составляет около 50 см. Однако «приподнимание» «твёрдой» земной поверхности из-за упругости тела Земли существенно меньше (10–20 см). Наибольшую величину имеют водные приливы, связанные с воздействием на океаническую приливную волну мелкого дна и устьев береговой линии (до 18 м в заливе Фанди).

Провалы вследствие землетрясений, извержения вулканов и иные изменения ландшафта на форму Земли не влияют.

187. На что похожа форма нашей Земли внешне? Как она меняется со временем?

См. вопрос №182, страница [112](#).

Глава 4. Твердь земная



226. Ископаемое топливо (каменный уголь и нефть) образовались из деревьев и других органических остатков, которые находились, очевидно, на поверхности Земли. Почему же сейчас они залегают так глубоко, а над ними нередко возвышаются известняковые горы?

Почти все участники Турнира правильно указывали, что «захоронение» полезных ископаемых происходит из-за процессов, называемых осадконакоплением. Всё то, что в своё время находилось на поверхности Земли, с течением времени закрывается чехлом осадочных пород. Однако, и здесь имеются определённые тонкости, связанные с механизмами образования осадков.

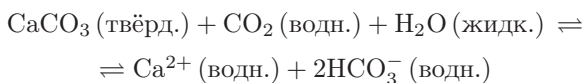
Многие указывали на выпадение космической пыли. Действительно, общая масса вещества, выпадающего из космоса на поверхность Земли,

составляет до 400 т ежедневно. При этом подавляющее большинство метеоритов размером не больше 0,1 мм. Однако, для всего земного шара это очень мало, около 1 см осадков за 100 млн. лет. Безусловно, имеет место и определённое значение перенос пыли ветрами. Гораздо более существенным являются процессы выброса вещества при извержениях вулканов. Однако, самым значительным и «объёмным» по количеству перемещаемой породы является процесс её «горизонтального» переноса потоками воды (реками) и ледниками. На Земле постоянно идут тектонические процессы поднятия (горообразования) и опускания части поверхности. На любых возвышенностях сразу же увеличивается выпадение атмосферных осадков (в высоких горах образуются ледники), которые начинают разрушать горные породы. Их обломки затем ледниками и реками выносятся на равнины и откладываются в низинах. В озёрах и болотах, кроме обломочного материала, накапливаются в больших количествах и органические осадки. Поскольку при мощном горообразовании и извержениях поднимаются глубинные магматические породы, то естественно, что осадочные породы имеют основную тенденцию к захоронению, и могут обнажаться на поверхности лишь при повторных поднятиях.

Многие правильно указывали на весьма древний возраст обсуждаемых полезных ископаемых. Нефть образовывалась в глубинных слоях, в условиях высоких температур и давлений, при отсутствии доступа кислорода из органических осадков девонского периода (возраст 400 000 000 лет), а каменный уголь — из древовидных растений геологического периода, который так и называется: «каменноугольный» или карбон (300 000 000 лет). Напомним также, что нефть представляет собой смесь линейных и циклических углеводородов (до C_{25} и выше), а уголь — почти полностью восстановленный углерод (с примесями). Укрытие их мощным осадочным чехлом за столь большое время проблемы не представляет.

Известняки представляют собой карбонат кальция $CaCO_3$ с примесями. Как верно было сказано многими учащимися, в древние времена современная суша была (во многих местах) мелководными и тёплыми морями, в которых жили кораллы, моллюски и другие животные. Они активно строили свои скелеты, панцири и ракушки из $CaCO_3$, который затем (после их гибели) откладывался на дне в виде известняковых пород. Однако, известняк, как известно, может растворяться в воде в тех случаях, когда в ней повышается содержание растворённого CO_2 .

Реакция:



может протекать в обе стороны в зависимости от концентрации веществ. Примером таких процессов могут служить карстовые явления, образование сталактитов и сталагмитов. Ракушки также могут растворяться в глубоких, более холодных и насыщенных углекислотой водах океана.

Поэтому можно предположить, что в геологической истории нашей планеты процессы образования ископаемых топлив и отложения известняков происходили последовательно, в зависимости от изменения газового состава атмосферы Земли. Сначала произошло массовое производство свободного кислорода O_2 за счёт фотосинтеза его растениями (см. также вопрос № 421, стр. 142) и поглощение значительных количеств углекислого газа CO_2 из атмосферы, перевод его в органическое вещество и последующее захоронение углерода в виде топлива (девон, карбон). После того, как баланс CO_2 и O_2 в атмосфере существенно изменился в пользу кислорода, CaCO_3 начал накапливаться в виде известняков и мела (юрский и меловой периоды; 200–100 млн. лет назад). В этом случае расположение известняков **сверху** от нефти и угля не только возможно, но и закономерно.

233. Сталкиваются два материка. Какой высоты при этом могут вырасти горы? А за какое время?

Как известно, твёрдая земная кора разделена на многие отдельные литосферные плиты, которые лежат на более пластичном (вязком) подстилающем слое мантии, которая называется астеносферой. За счёт медленных движений вещества мантии Земли, литосферные плиты перемещаются по поверхности тела Земли, подобно льдинам на поверхности потока воды. Естественно, что скорости и направления движений плит не совпадают, из-за чего они могут расходиться или сталкиваться. Типичные скорости движения материковых плит составляют 1–2 см в год, наибольшие — до 10 см/год.

При расхождении литосферных плит образуются так называемые «рифтовые зоны», подобные узкой и длинной щели в земной коре, окаймлённой с обеих сторон параллельными горными хребтами. Наиболее грандиозными на Земле рифтами являются срединно-океанические хребты, которые тянутся на десятки тысяч километров вдоль центральных линий океанов. Но они скрыты от взгляда толщей воды, лишь в

некоторых местах выступая над ней в виде групп островов. На суше примером рифтовой зоны является район озера Байкал. При столкновении литосферных плит они, подобно льдинам при торошении, начинают выталкивать свои края вверх. Если сталкиваются две материковые плиты, образуется так называемая «зона складчатости», самым выдающимся примером которой является Альпийско-Гималайский пояс.

В Гималаях, образованных столкновением Индостана (скорость движения на север около 3 см/год) с Евразией, находится большинство высочайших горных вершин мира (г. Джомолунгма — 8848 м над уровнем моря). Здесь же расположена и грандиозная скальная стена около вершины Дхаулагири, высотой около 3000 м. Если сталкиваются материковая плита (их толщина 20–30 км; самая толстая, — до 40 км, в середине Евразии) и океаническая (толщиной около 5 км), то возникает явление так называемой «субдукции», когда более тонкая океаническая плита подминается вниз и «подныривает» под материк, расплавляясь затем в мантии. При этом край материка приподнимается и образует линейный горный хребет, а место погружения океанической плиты на поверхности Земли знаменуется океаническим желобом. Такими двойными системами «хребет—желоб» практически со всех сторон окружён Тихий океан, потому что на его океанические плиты со всех сторон «наезжают» другие материки и платформы. Здесь в паре Марианских островов (хребет) и Марианского желоба расположена самая глубокая точка Мирового океана: отметка —11022 м. Однако наибольший перепад высот, соответствующий смыслу вопроса о максимальной высоте вырастающих гор, находится с другой стороны Тихого океана около Южной Америки, где разница высоты Анд (гора Аконкагуа — 6960 м) и прилегающего Чилийского желоба (максимальная глубина — 8180 м) превышает 15 км (15140 м!).

Оценка времени, которое необходимо для создания подобного типа горных систем, может быть легко сделана из сопоставления высоты гор и скорости движения литосферных плит. При скорости 1 см/год горы смогут «вырасти» до 10 км за 1 000 000 лет. Таким образом, создание значительных горных систем требует заметного времени, сопоставимого с длительностью геологических периодов. Время же существования глобальных горных систем может составлять десятки миллионов лет.

Более быстрым способом создания гор является вулканизм, когда расплавленная магма через трещины или другие каналы в земной коре выходит на поверхность и, растекаясь и застывая слоями, наращивает высоту образовавшегося вулкана. Самый высокий вулкан на Земле находится в группе Гавайских островов, — вулкан Мауна-Кеа (4205 м

над уровнем моря), который возвышается над окружающей океанической плитой (глубина океана около 5500 м) почти на 10 км. (Кстати, самый высокий вулкан Солнечной системы находится на Марсе, — гора Олимп, и имеет высоту 25 км). Естественно, что горы не могут расти до бесконечности; более того, они принципиально не могут превосходить толщину материковых плит (20 км). Однако, существует и другой фактор, ограничивающий максимальную высоту гор ещё более жёстко, — вязкое (полужидкое) основание земной коры, — астеносфера. Она расположена на глубине 35 км, и её возникновение и расположение на этом уровне связано с пределом плавления горных пород, находящихся под давлением вышележащего материка. Любая горная система, достигнув некоторого критического значения, силой своего давления расплавляет подстилающие породы, продавливая их в мантию, и, вследствие этого, сама проседает ниже предельной высоты. Эта величина зависит от силы тяжести на конкретной планете, и составляет для Земли 10–12 км, а для Марса — 25 км.

Таким образом можно сказать, что вулканы Мауна-Кеа на Земле и Олимп на Марсе достигают предельной высоты и подниматься больше не могут. Процесс погружения потухших вулканов в мантию можно наблюдать на примере других Гавайских островов и подводных вершин вулканического происхождения, которые являются предшественниками о. Гавайи и расположены цепочкой от него на северо-запад, плавно понижаясь к ложу океана. Возраст всей этой системы вулканов около 5 млн. лет. Кроме этого, всякие горы, поднявшись выше 2–3 км над уровнем моря, неизбежно начинают активно собирать на себя атмосферные осадки, поскольку водяной пар в воздухе при подъёме на высоту охлаждается, конденсируется и выпадает на горы в виде дождя или снега. Образующиеся ледники начинают активно «стачивать» горные породы, а водные потоки выносят обломочный материал в долины. Горы быстро «стареют», разрушаются, и приобретают вид пологих возвышенностей. Примером таких гор является Уральский хребет, являющийся «швом» между Русской платформой и Западно-Сибирской низменностью, возраст которого составляет десятки миллионов лет, а максимальная высота (гора Народная) — 1896 м.

257. Какая сила воздвигает горы?

См. ответ на вопрос № 233, стр. 120.

260. Где горы выше — на Земле, Венере, Марсе или на Луне?

См. ответ на вопрос № 233, стр. 120.

268. Наиболее красивые и удобные для обзора места в Москве (Крылатское, Поклонная гора, Воробьёвы горы, Коломенское) расположены на правом берегу Москвы-реки. Случайно ли это?

Не случайно, поскольку правые берега рек сильнее размываются.

Образование рек и эволюция речных долин, безусловно, являются не случайными, а определяются такими общими факторами, как интенсивность и периодичность выпадения осадков в данном регионе, особенности рельефа местности и свойства подстилающих пород. Во-первых, очевидно, что воды, стекающие с площади водосбора, в целом движутся по уклону рельефа, который и определяет генеральное направление собирающей реки.

Во-вторых, течение реки, встречая на своём пути локальные препятствия, будет отклоняться ими в ту или иную сторону, создавая повороты речного русла. В силу инерции движущейся воды на каждом таком повороте верхний, более быстрый слой будет отбрасываться к внешнему берегу, а придонный — к внутреннему. Создающееся при этом водоворотное течение будет интенсивнее подмывать внешний берег, переносить взятый материал и откладывать его на внутреннем берегу реки. За счёт этого механизма внешний берег на повороте речного русла будет постоянно отступать, а любые изгибы реки, соответственно, увеличиваться. Эта принципиальная неустойчивость русла и способность рек к развитию своих изгибов и петель называется «меандрированием» (по реке Меандр в Малой Азии).

Замечено также, что все реки интенсивнее подмывают свой правый⁵ (по течению) берег, так что речные долины с течением времени смещаются вправо. Это явление получило название закона Бэра. Впоследствии было установлено, что в южном полушарии Земли реки подмывают свой левый берег. Это объясняется действием силы инерции в неинерциальной, вращающейся системе координат (Земля), которая называется силой Кориолиса. Она отклоняет любое движущееся тело вправо в северном полушарии и влево — в южном. Её величина пропорциональна скорости движения и синусу широты места⁶. Соответ-

⁵Только в Северном полушарии; см. далее.

⁶В общем случае сила Кориолиса перпендикулярна и направлению движения

ственно, в Евразии все реки «прижаты» в своих руслах к возвышенностям на правом краю речных долин. (Контрпример: Боровицкий холм Кремля — на левом берегу Москвы-реки.)

тела, и оси вращения Земли, и равна

$$F_{\text{Кориолиса}} = 2mv\omega \sin \alpha ,$$

где m — масса тела, v — скорость движения этого тела в системе отсчёта Земли, $\omega = 2\pi/T$ — угловая скорость вращения Земли, $T = 24$ часа — период вращения Земли вокруг своей оси, α — угол между направлением скорости тела v и осью вращения Земли. Поскольку реки обычно (но бывают и исключения — например, водопады) движутся параллельно поверхности Земли, как раз получается указанная в тексте зависимость силы Кориоллиса от широты.

Глава 5. Озёра, речки и лужи



«Если мальчик обходит лужу стороной, а не прыгает в неё сразу обоими ногами, — значит, он вырос.»

311. Какие Вы знаете реки — истоки древнейших цивилизаций? Почему цивилизации зарождались именно в долинах крупных рек?

См. ответ на вопрос № 1051, стр. **327**.

Глава 6. Раскинулось море широко



352. Нетрудно подсчитать, что на поверхности Земли сила притяжения к Солнцу намного больше, чем к Луне. Почему же лунные приливы выше солнечных?

Поскольку Луна существенно ближе к Земле, чем Солнце, то лунная приливная сила оказывается больше.

Сила гравитационного притяжения пропорциональна массе M притягивающего тела и обратно пропорциональна квадрату расстояния R до него. Соответственно, на поверхности Земли сила притяжения к самой Земле ($M_{\text{Земли}} = 6 \cdot 10^{27}$ г, $R_{\text{Земли}} = 6378$ км) составляет $1g$, к Солнцу ($M_{\text{Солнца}} = 2 \cdot 10^{33}$ г, $R_{\text{Солнца}} = 150 \cdot 10^6$ км) — $0,00058g$, а к Луне ($M_{\text{Луны}} = 7 \cdot 10^{25}$ г, $R_{\text{Луны}} = 384 \cdot 10^3$ км) — всего $0,0000031g$, т. е. в 190 раз слабее, чем к Солнцу. Очевидно также, что в однородном силовом поле никаких приливов не будет.

Однако, поле тяготения не является однородным, а имеет центр в притягивающей массе M . Соответственно, для любого тела с конечными размерами будет существовать разница сил тяготения на противоположных краях, которая и называется приливной силой. Нетрудно показать, что приливная сила, как производная от силы тяготения, обратно пропорциональна третьей степени расстояния $1/R^3$ от центрального тела. Поэтому Луна, которая находится к Земле существенно ближе, несмотря на свою малую массу, создаёт приливную силу почти в 2 раза большую, чем Солнце.

Каждое из этих светил создаёт во внешних оболочках Земли, прежде всего в океане, длинную приливную волну, два горба которой расположены на ближней и дальней сторонах Земли. Естественно, что лунный прилив движется по поверхности Земли вслед за движением Луны, а солнечный, вдвое меньший, — за Солнцем. Во время полнолуний и новолуний, когда Луна и Солнце встают относительно Земли примерно на одну прямую, их приливные волны складываются, и наступает максимальный, т. н. «сизигийный» прилив; а когда они во время первой или последней четвертей Луны расходятся на небе на 90° , т. н. «квадратурные» или разностные приливы имеют минимальную высоту.

Высота приливной волны в открытом море в тропической зоне (для бесконечного океана) составляет около 0,5 м, однако в реальных морях её высота и форма определяется береговой линией и распределением глубин. Максимальные по высоте океанические приливы на Земле наблюдаются в заливе Фанди (Северо-западная Атлантика) — до 18 м. Приливы в земной коре, амплитуда которых составляет до 0,2 м, могут служить одним из «спусковых механизмов» для землетрясений.

356. «Титаник» на момент постройки (1912 год) был самым большим пассажирским пароходом в мире. Почему столь огромные суда стали нужны? Какие самые важные, на Ваш взгляд, последствия имела данная транспортная стратегия? Какие суда ещё больших размеров Вы знаете, и для чего они были нужны?

357. «Титаник», как известно, шёл на побитие рекорда по скорости. Почему капитан отклонял курс корабля к северу, хотя Нью-Йорк расположен на 10° широты южнее Лондона?

«Титаник» вошёл в историю нашей цивилизации прежде всего, как пример человеческой самонадеянности, тщеславия и гордыни. «Сам Гос-

подъ Бог не сможет потопить этот корабль», — из рекламы фирмы «White Star» тех лет. Результат известен. К сожалению, до сих пор любая человеческая деятельность, особенно технологическая, всегда связана со значительными факторами риска и неопределённости.

Северная Атлантика, связывающая Старый и Новый Свет, всегда была наиболее напряжённой судоходной линией, и на протяжении 19 века пассажиропоток на ней непрерывно возрастал. В Европе после развёртывания промышленной революции значительные массы людей становились пролетариями, и в условиях высокой рождаемости это приводило к образованию многочисленного населения, живущего на уровне нищеты. Америка, с другой стороны, в условиях огромных свободных пространств, экстенсивного развития и мощного промышленного подъёма предоставляла широкие возможности для свободного применения труда и представлялась многим переселенцам «землёй обетованной». Как образно сформулировала Надежда Степичева: «1912 год — год, когда только-только страны стали переходить на демократию, люди хотели почувствовать себя не „затёртыми“ рабами своих господ, а свободными людьми, поддерживающими прогресс. Вот и понадобились большие суда».

В результате бурного развития судостроения, увеличения тоннажа и технических параметров судов был сформирован специальный флот регулярно отходящих судов, главным назначением которых была перевозка людей в Америку «по конвейеру». К первому десятилетию 20 века ажиотаж пароходных компаний Англии и Америки вокруг приза «Голубая лента Атлантики» достиг своего апогея. Этот символический приз присуждался за самый быстрый переход через океан по линии Лондон–Нью-Йорк. Обладание этим призом помимо престижных соображений и контрактов на перевозку правительственной почты служило мощным рычагом конкурентной борьбы за пассажиров.

Гонка разворачивалась следующим образом. В 1838 г. судно «Грейт Вестерн» со скоростью 8 узлов ⁷ сделало переход за 15 суток. В 1871 г. пароход «Оушеник» показал скорость 14,5 узлов. В 1888 г. «Сити оф Парис» имел 20 узлов и шёл почти 6 суток. К 20 веку мощности паровых машин возросли до 5000 л. с., а скорость до 22,5 узлов. В 1906 г. фирма «Кунард» построила пароход «Кампания» длиной 209 м и водоизмещением 36000 т, в 1907 г. — «Лузитания» имела 247 м длины, 36000 т водоизмещения и ход в 25 узлов. В 1907 г. в Атлантике работало уже 116 лайнеров-турбоходов. Наконец, в 1909 г. фирма «Кунард» создала

⁷ 1 морской узел = 1,87 км/ч

«Мавританию» с параметрами: 240 м, 36000 т, 78000 л. с., 28 узлов. Этот рекордсмен совершал трансатлантический переход меньше, чем за 5 дней (!).

По словам Владимира Григорьева: «В то время была гонка за всем большим». Особенно острым перед первой мировой войной стало соперничество в области строительства больших судов между Англией и Германией:

Страна	Корабль	Длина, м	Тоннаж, т
Англия	Аквитания	275	45000
Англия	Олимпик	269	52000
Германия	Император	280	60000
Германия	Фатерланд	289	65800
Германия	Бисмарк	291	64000

В этих условиях в 1909 г. фирма «White Star» заказала два однотипных судна: «Олимпик» и «Титаник». Они имели следующие параметры: длина 269 м, тоннаж 52000 т, мощность 55000 л. с., ход 22,5 узла (максимально до 25 узлов), вместимость 3500 пассажиров. «Олимпик» первым вышел в рейс 20 сентября 1911 г. Таким образом, следующий, — «Титаник», был **не** самый большой и **не** самый быстрый пароход своего времени.

Широкая реклама линии «Белая звезда» шла под лозунгом: «Умеренная скорость, но повышенный комфорт». Главный фактор, на чём фирма хотела «сыграть» — это роскошь. Пароход предоставлял все удобства большого города, он был своего рода плавающий палас-отель, «экспресс миллионеров». На нём собрались самые богатые и известные люди того времени, несколько десятков «королей» бизнеса. Номер «супер-люкс» на нём стоил 4350 долл. (около 50000 долл. сейчас). Это был уже не столько собственно транспорт, а скорее место светских и деловых встреч «высшего общества». «Титаник» также рекламировался как непотопляемый и самый безопасный лайнер в мире; как говорили его пассажиры: «да за такие деньги он не утонет».

Кораблестроитель академик А. Н. Крылов дал такую оценку непотопляемости «Титаника»: «Богатая публика в обеспеченности корабля ровно ничего не понимает, требует не безопасности при аварии, а роскоши и удобства, ей надо, чтобы океанский переход мало чем отличался от непрерывного пикника с концертами и балами: а третьеклассных эмигрантов загоняли в нижний дек, где им было не многим просторнее, чем баранам в отаре». Большинство книг и фильмов про «Титаник» показывают только 1 класс, а чтобы понять условия

3 класса, полезно посмотреть фильмы про эмигрантов Чарли Чаплина. Как утверждают некоторые источники, по приказу американской иммиграционной службы пассажиры 3 класса (иммигранты) были закрыты внизу на ключ без права доступа на верхние палубы.

Заметим также, что «Титаник» шёл **не** из Лондона. Вообще, с середины 19 века большинство, а с 20 века все крупные суда с пассажирами из Англии отправлялись из Саутгемптона, который является большой океанской бухтой на юге Англии, а в устье Темзы они бы просто не поместились. «Титаник» 10 апреля 1912 г. вышел из Саутгемптона в Шербур, а затем 11 апреля — в океан. Он имел на борту 1316 пассажиров и 891 члена экипажа, всего 2207 человек (т. е. 38% плановой загрузки).

14 апреля 1912 г. в 23 часа 40 минут⁸ в точке с координатами 41°46' с. ш. 50°14' з. д. при скорости 22,5 узла на расстоянии 900 м прямо по курсу был замечен айсберг. Несмотря на манёвр, через 38 секунд произошло касание его подводной части, и корпус судна получил прорезь шириной несколько десятков сантиметров и длиной около 100 м. Из 16 водонепроницаемых отсеков судна 5 были прорезаны, в результате его погружения произошло затопление 6-го, а затем и последующих отсеков. В полном соответствии с действовавшими требованиями Британского кодекса торгового мореплавания пароход имел 20 спасательных шлюпок, которых было достаточно для посадки 1178 человек, т. е. для 50% людей, находившихся в этот момент на борту и 30% от плановой загрузки. «Титаник» затонул в 02 ч 20 мин (общее время погружения составило 2 ч 40 мин) при штилевой погоде и температуре воды −2 °С.

Как было показано на следствии, допуск пассажиров 3 класса на палубу произошёл в 01 ч 15 мин, когда большинство шлюпок от корабля уже ушло. Всего было спасено 703 чел из 2207, при этом спаслись 33% мужчин из 1 класса и всего 30% детей из 3 класса. Некоторые шлюпки были полупустыми, и впоследствии с воды ими было подобрано всего 13 чел. Иными словами, на «Титанике» осуществлялось «спасение по классам», право на жизнь зависело от цены билета и было предоставлено в первую очередь т. н. «высшему» обществу.

Сам «Титаник» был обнаружен на глубине около 4000 м в 1986 г. Глубоководные съёмки показали, что при затоплении корпус корабля под действием собственной тяжести разорвался надвое. Корма судна отделилась и оказалась на дне на расстоянии 1600 м. Основная часть корабля с ходу врезалась и глубоко погрузилась форштевнем в грунт,

⁸К сожалению, нам не удалось выяснить, к какому именно часовому поясу относится это время.

а затем также разломилась. В итоге корпус оказался разделённым на 3 части и множество обломков.

Прямое отношение к наукам о Земле и астрономии имеет, в отличие от вышеизложенного, вопрос о выборе курса для «Титаника». Многие из участников Турнира почему-то решили, что курс самого корабля был повёрнут на 10° к северу от западного направления, т. е. корабль якобы шёл по азимуту 280° (запад-северо-запад). Некоторое даже написали, что он пошёл из Лондона прямо на север. Это, разумеется, неверно, а последнее так и просто невозможно (там суша). В тексте вопроса обращается внимание, что это Лондон находится севернее Нью-Йорка на 10° по широте, а корабль, тем не менее, от западного направления отклонялся по курсу не на юг, а на север. Напомним, что широта Лондона — $51^\circ 30'$, Саутгемптона — $50^\circ 55'$, Нью-Йорк расположен на $40^\circ 20'$, а место катастрофы — на $41^\circ 46'$ с. ш. Действительно, обычная трасса судов из Ла-Манша в Нью-Йорк сначала огибает с юга Корнуэллский полуостров Великобритании, а затем плавно поднимается к северу всего на 1–2 градуса по широте. Корабль на трассе никогда не становится севернее самого Лондона, а после 20° з. д. уже начинает опускаться к югу.

Данная «выпуклость» к северу объясняется сферической формой земного шара. Из геометрии известно, что кратчайшей линией на сфере между двумя точками является дуга большого круга, т. е. секущая плоскость должна проходить через центр сферы. Нетрудно сообразить, что поскольку плоскости больших кругов должны проходить через центр Земли, то линии кратчайших расстояний, соединяющие точки северного полушария, будут выгибаться к северу, и тем сильнее, чем больше разница долгот между конечными пунктами. Естественно, что трассы морских и воздушных судов по возможности приближены к линиям кратчайших расстояний. Поэтому, в частности, самолёты из Москвы во Владивосток летят через Таймыр и Якутск, а кратчайший беспосадочный маршрут из Москвы в Америку лежит через Северный полюс (перелёт Чкалова 1937 г.). Как справедливо отметил в своей работе Алексей Орловский: «моряки используют карты в меркаторской проекции, т. к. на них кратчайший маршрут — прямая линия».

Однако, помимо чистой сферической геометрии есть ещё один мощный геофизический фактор, влияющий на судоходство: течения. Господствующим в северной Атлантике является Гольфстрим — тёплое океаническое течение, которое идёт от Мексики, огибает Флориду, далее идёт вдоль восточного побережья США до широты Нью-Йорка, затем на северо-восток посреди Атлантического океана, окружает с севера

Британские острова, входит в Норвежское и далее в Баренцево море. Его ширина 50–75 км, скорость 4 узла на поверхности и около 1 узла на глубине 400 м. Температура воды на широте Флориды изменяется от +9 °С на востоке до +20 °С на западном краю течения.

Естественно, что для судов, «бьющихся» за «Голубую ленту Атлантики», где для победы важны даже доли узла, «океанская река», идущая со скоростью 4 (!) узла навстречу, является более чем существенным препятствием. Можно двигаться всё время южнее Гольфстрима и пересечь его непосредственно перед Нью-Йорком. В этом варианте все льды будут отсечены тёплым течением; это безопаснее, но ... дольше. Поэтому пассажирские лайнеры сначала, поднимаясь к северу, пересекали Гольфстрим западнее Великобритании и выходили в зону спокойных вод южнее Гренландии, там, где холодные «северные» воды, пришедшие из Арктики, встречаются с водами Гольфстрима и опускаются вглубь океана. Затем южнее Ньюфаундленда суда входили в попутное Лабрадорское течение, по которому вдоль американского берега уже спускались до Нью-Йорка. Выбор конкретного маршрута зависел от сезонных перемен в течениях, штормовой и ледовой обстановки по пути следования.

По оценкам, в северной части Атлантического океана образуется в среднем примерно 7500 айсбергов в год, которые затем Гренландским и Лабрадорскими течениями выносятся к югу, на судоходные трассы. Из выступления на суде сенатора Исидора Рейнера: «северная трасса, по которой шёл „Титаник“, была выбрана по приказу самого господина Исмея (директор-распорядитель компании). Он рисковал жизнями всех находившихся на судне людей, чтобы сделать быстрый океанский переход».

Вопрос о последствиях обсуждаемых событий не сводится только к пересмотру правил безопасности плавания и спасения людей на море (хотя и это, конечно же, очень важно). Ведь речь идёт о транспортной стратегии всего данного исторического периода. По-видимому, можно выделить и обсуждать два фактора, имеющих глобальную и историческую значимость.

По оценкам, за период 1904–1914 гг. из Европы в Новый Свет было переправлено около 20 млн. человек. Это целая европейская страна(!). Это больше, чем все людские потери в 1 мировой войне, больше населения Московского региона в современную эпоху, сопоставимо с потерями СССР в Великой Отечественной войне. Это намного превосходит все прежние Великие переселения народов. Поэтому, во-первых, можно, пожалуй, утверждать, что американцы 19 и 20 века — это две разные

нации. Кстати, когда поток людей в Новый Свет составил около 5000 человек в день (это два полных «Титаника» ежедневно (!)), американцы первыми в мире и именно для иммигрантов (т. е. будущих собственных граждан) применили такое административное изобретение, как концлагеря, хотя теперь, возможно, несколько стесняются этого.

Собственно сам «Титаник» играл роль «образцово-показательного» парохода, так сказать, «для белых». В то же время подавляющее большинство судов, особенно из Германии, Италии и других беднейших стран, набивались «под завязку» и были обычными «скотовозами». Утверждают, что существовали проекты судов ещё большей вместимости (до 5000 человек), но их просто не успели реализовать.

Вторым важнейшим фактором, имевшим далеко идущие последствия, стало то, что история «Титаника» предельно наглядно продемонстрировала пропасть между социальными слоями людей: первый и третий класс — это два разных мира. «Титаник» воспринимался как трагедия не судоходная, а социальная. Спасение людей «по билетам» показало истинную цену т. н. «демократии» и т. н. «свободы». Кроме этого, впервые счёт жертв не в военном, а сугубо в техническом мероприятии пошёл на тысячи. Человеческая жизнь резко подешевела, и это воспринималось как психологический шок. Писатель Том Шейзл писал: «Это был не просто корабль, это была капсула времени, унёсшая с собой в могилу весь блеск и тщеславие „золотого века“». Закончился романтический 19 век, и через 28 месяцев после гибели «Титаника» началась эпоха мировых войн и революций.

Во время как первой, так и второй мировых войн пассажирские лайнеры, как правило, использовались в качестве войсковых транспортов на тех же линиях. В 1915 г. не менее знаменитый лайнер «Лузитания» был торпедирован немецкой подлодкой и затонул всего за 20 мин.

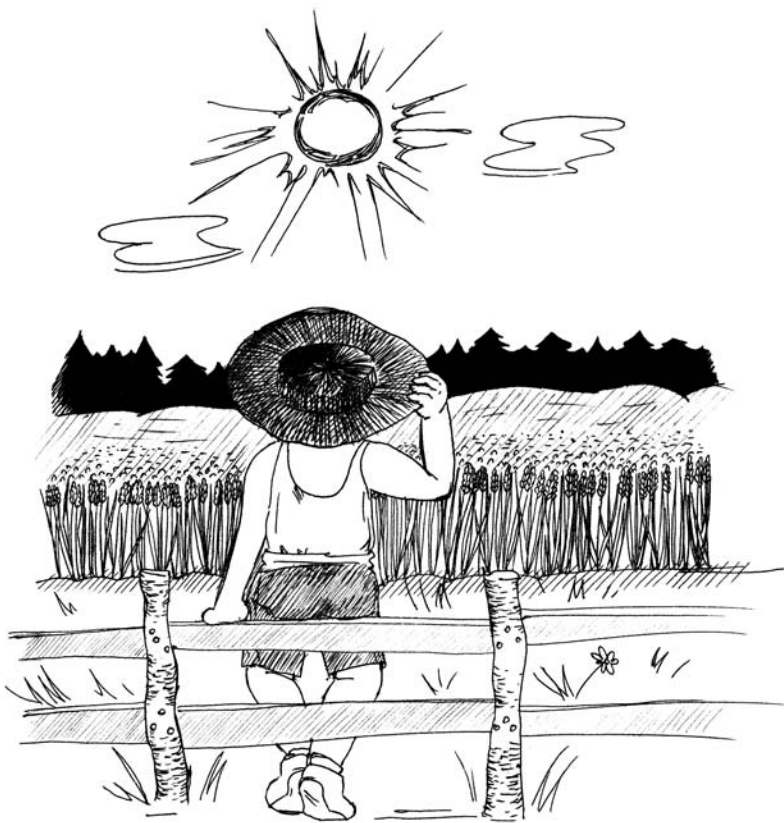
После окончания 1 мировой войны гонка в Атлантике вновь разгорелась с новой силой. Сначала итальянский пароход «Рекс» показал 28 узлов. Затем в октябре 1932 г. во Франции была построена «Нормандия»: 312 м, 79200 т, 160000 л. с., 30 узлов. Великобритания ответила на вызов, создав в августе 1938 г. «Куин Мэри» (311,9 м, 81200 т, 31,69 узла), а в сентябре 1938 г. «Куин Элизабет» (314,4 м, 83000 т). Это было самое большое в истории мирового судостроения пассажирское судно. По-видимому, последним рекордсменом среди регулярных лайнеров стал корабль «Юнайтед Стайтс», показавший в 1952 г. скорость 35,59 узлов.

Некоторым эпизодом в трансатлантических пассажирских перевозках стало использование дирижаблей, однако, как отметил в своей

работе Глеб Черняков: «дирижабли перестали активно использоваться после катастрофы „Гинденбурга“ в 1937 г.». К 1960 г. авиакомпании перевозили через океан уже 80% всех пассажиров. К концу 60-х гг. столь знаменитая ранее «Кунард лайнз» разорилась, а обе её «королевы» стали плавучими гостиницами. По словам Саши Пирогова: «корабли-гиганты стали детьми того времени и с распространением самолётов перестали быть нужны, но мы все ещё помним гигантов Первой и Второй мировой войны».

Многие участники Турнира верно отмечали, что помимо перевозки пассажиров, наша цивилизация создала и использует до настоящего времени ещё большие суда для транспортировки жидких грузов (нефтяные супертанкеры) и для военного применения (авианосцы). Хотя, по ряду признаков оба эти типа судов, по-видимому, также уже достигли пределов и своих размеров, и своего применения.

Глава 7. Какое небо голубое (атмосфера)



381. В большом зале на 1000 мест один невоспитанный товарищ выкурил 1 (всего одну!) сигарету. Сколько частиц дыма и пепла после этого попадает в лёгкие каждого из присутствующих при каждом вдохе?

Прежде всего, сделаем следующие разумные предположения. Будем считать, что дым и пепел от выкуренной сигареты равномерно распределились по всему залу, т.е. все присутствующие в зале получают свою дозу в равных количествах. Тогда нужно оценить соотношение объёмов зала и лёгких. Типичное значение рабочего объёма лёгких человека составляет около 2 литров. Типичная площадь залов составляет около 1 м^2 на 1 место, а высоту зала можно принять равной 20 м; тогда объём

зала составит $1000 \text{ м}^2 \cdot 20 \text{ м} = 20\,000 \text{ м}^3$, а соотношение объёмов лёгких и зала — 10^{-7} . Таким образом, каждый присутствующий при каждом вдохе получает одну десятимиллионную долю всего дыма и пепла, произведённого сигаретой. Оценим теперь, много это или мало.

Как известно, сигареты (и другие табачные изделия) при сгорании выделяют большое количество весьма разнообразных (и, как правило, бесполезных) газов, включая достаточно сложные молекулярные комплексы. Для простоты нашей оценки примем, что вся сигарета первоначально состоит из чистого углерода. Тогда, приняв вес сигареты равным 5 г, а вес каждого атома углерода, состоящего из 12 протонов и нейтронов (^{12}C), равным $12 \cdot 1,6 \cdot 10^{-24}$ г, получим, что число атомов углерода в ней равно $2,6 \cdot 10^{23}$. Соответственно, при сгорании (выкуривании) сигареты углерод полностью окисляется кислородом из воздуха и переходит в такое же количество молекул углекислого газа CO_2 . Если вспомнить, что в каждом моле вещества содержится $\approx 6 \cdot 10^{23}$ молекул (число Авогадро), то получаем, что от одной сигареты образуется 0,5 моля газа CO_2 , который занимает объём около 10 л. (Кстати, выкурив пачку сигарет, курильщик прогонит через свои собственные лёгкие 200 л газообразных продуктов сгорания). Доля каждого из присутствующих в зале при этом окажется несколько меньше — всего 10^{17} молекул от той же сигареты (или, другими словами, сто миллионов миллиардов). Желаящие могут на досуге самостоятельно попытаться представить себе это число на каких-либо наглядных примерах.

Кроме «газовой» можно предпринять также «пепловую» оценку продуктов, любезно предоставляемых курильщиком всем окружающим. Тот дым, который мы можем наблюдать при курении, представляет собой твёрдые аэрозольные частицы (кусочки сажи), образованные из-за неполного сгорания материала сигареты, и имеющие размеры около 1 микрона, то есть 10^{-4} см. Тогда, принимая их плотность равной 1 г/см^3 , вес каждой такой частицы будет составлять 10^{-12} г, а их общее число от сигареты — $5 \cdot 10^{12}$ частиц. Конечно, таких пепловых частиц в лёгкие каждого присутствующего попадет ещё меньше, чем газовых молекул, — всего 10^6 . Однако, миллион потенциальных очагов воспаления и рака в собственных лёгких, — не так уж и мало. И это от одной (!) сигареты, на каждом (!) вдохе, в 1000-местном (!) зале, и от другого товарища (!). А если сам, пачку, и не открывать в комнате окно?

383. Могут ли звезды не мерцать? Могут ли планеты мерцать?

См. ответ на вопрос № 114, стр. 93 (конец текста ответа).

393. Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?

Конкретные цифры скорости ветра при урагане около поверхности земли составляют 30–100 м/с. Например, при урагане в г. Москве 20 июня 1998 г. значения скорости ветра достигали 26–30 м/с. При этом ширина ураганного фронта составляет от нескольких километров до нескольких десятков километров.

Другой часто встречающейся разновидностью сильного ветра у поверхности земли являются смерчи и тайфуны. Структура у смерча и тайфуна, в отличие от обычных атмосферных фронтов, представляет собой спирально закрученное движение воздуха. Смерчи возникают между быстро движущимися грозowymi облаками и поверхностью земли и имеют диаметр от нескольких метров до десятков метров. Тайфуны возникают в тропической зоне океана за счёт более сильного нагрева нижних слоёв воздуха и возникающей вследствие этого термодинамической неустойчивости. Они включают в себя значительно большие объёмы воздушных масс, захватывают нижнюю тропосферу до высоты 10–12 км и имеют горизонтальные размеры до нескольких сотен километров. Скорости ветра в смерчах и тайфунах также могут достигать 100 м/с.

Весьма интересное природное явление представляет собой т. н. «стоковый ветер» в Антарктиде. Поскольку Антарктида является ледовым куполом вокруг Южного полюса с высотами 2000–4500 м, над ней образуется так называемый «антарктический антициклон». В центральных областях материка холодный воздух опускается из верхних слоёв атмосферы, а затем, двигаясь к окраинам Антарктиды, он скатывается до уровня моря и при этом разгоняется до ураганных скоростей (до 60 м/с) на кромке ледовых полей. Все рассмотренные примеры ветров представляют движения воздушных масс около поверхности Земли. Вместе с тем, значительные по скорости ветры господствуют в верхней тропосфере и стратосфере. Они также могут достигать скоростей 100 м/с и называются «струйными течениями». Структура струйных течений определяет, в частности, западный перенос масс в наших средних широтах, а также долговременные изменения погодных условий.

Что касается иных планет, то прежде всего необходимо отметить, что общая (глобальная) циркуляция атмосферы на разных планетах существенно различается. На Земле имеются несколько зональных поясов, в которых направление переноса воздушных масс изменяется. В тропической зоне господствуют пассаты, движущиеся на запад, про-

тив направления вращения Земли, и сдвигающие воздушные массы от линий тропиков к экватору. В средних широтах, как было сказано выше, преобладает противоположный перенос, с запада на восток и от линий тропиков к полярным кругам. В полярных зонах, как правило, располагается антициклон с направлением движения воздуха от полюса.

Венера, являясь близкой к Земле планетой по размерам, имеет принципиально иную общую циркуляцию своей атмосферы, которая вся движется с запада на восток, как бы единым потоком. В экваториальной зоне атмосфера обращается вокруг планеты за 4,5 дня, что соответствует постоянной скорости ветра 100 м/с. Однако, такой ветер дует только на высотах 20–22 км над поверхностью планеты; на высоте 10 км ветер падает до 10 м/с, а возле поверхности Венеры он ещё слабее. Кроме этого широтного ветра наблюдается также и меридиональный перенос масс от полюсов Венеры к её экватору, который примерно в 10 раз медленнее. Все эти особенности ветров венерианской атмосферы, а также её турбулентность, наблюдались во время полета в атмосфере Венеры баллонов с космических станций Вега-1 и 2 в 1986 г. Принципиально иное строение и динамику имеет атмосфера самой большой планеты Солнечной системы — Юпитера. Один оборот Юпитер совершает за 10 часов, что соответствует скорости движения 44000 км/час (120000 м/с). Однако, поскольку у Юпитера нет (не наблюдается) твёрдого тела, то видимое движение его атмосферы, соответственно, трудно называть собственно ветром. Внешняя атмосфера Юпитера, как известно, разделена по широте на светлые «зоны» (где атмосферные массы поднимаются снизу вверх) и тёмные «полосы» (где они опускаются). Скорости взаимного движения полос и зон достигают 150 м/с. Знаменитое Большое Красное пятно Юпитера, которое представляет собой гигантский циклон или вихрь между двумя соседними полосами, вращаясь с периодом около 6 суток, имеет скорость ветра на периферии 1000 км/час (270 м/с).

Атмосфера Марса более разреженная, чем у Земли, и характеризуется возникающими время от времени ураганами со скоростями в несколько десятков м/с. Они захватывают значительные области планеты и наблюдаются как «пылевые бури».

Разумеется, имеются также и принципиальные ограничения скорости ветра где бы то ни было: это скорость звука в атмосфере, которая зависит от её температуры и давления (для поверхности Земли — 330 м/с). При достижении скорости звука любое движение воздуха превращается в ударную волну, и физика всех дальнейших процессов становится принципиально иной. Разумеется также, что никакой ветер

(также как и ничто материальное) не может превосходить скорость света.

404. Какую погоду приносит циклон над Европейской частью России?

Циклоном называют область пониженного атмосферного давления, в отличие от антициклона, где атмосферное давление выше среднего. Перепады давления каждый может наблюдать самостоятельно с помощью обычного барометра-анероида. Та сторона шкалы барометра, которая соответствует высокому давлению, обозначается обычно словом «ясно», а с низким давлением словами «пасмурно» или «буря».

Если рассмотреть циклон в вертикальном разрезе, то можно было бы увидеть, что в его центральной части тёплый воздух поднимается вверх. У поверхности земли при этом атмосферное давление уменьшается, и приземный воздух из окружающих областей устремляется внутрь циклона. Образуется своеобразная воронка, стягивающая воздух и облака с периферии циклона к его центру. При подъёме тёплого и влажного воздуха вверх он адиабатически охлаждается, его относительная влажность возрастает до точки росы (при том же содержании водяного пара), и начинается быстрая конденсация пара в водяные капли. Из-за этого в циклоне образуется мощная облачность, и начинаются интенсивные осадки, а в приземном слое дует сильный ветер.

Из-за вращения Земли любая система координат на её поверхности является неинерциальной, и на всякое движущееся тело действует специфическая сила инерции, которая называется силой Кориолиса. Она отклоняет движущиеся тела и потоки вправо в северном полушарии Земли, и влево — в южном. По этой же причине, в частности, отклоняются вправо русла рек (см. комментарий 268, стр. 123). Для потока воздуха, испытывающего инерционное отклонение вправо, это аналогично отклонению центра циклона влево. Соответственно, в горизонтальной плоскости (на карте) циклон представляет собой потоки воздуха, движущиеся к его центру по левозакрученной спирали.

На разных планетах реализованы различные режимы глобальной циркуляции атмосфер. Например, на Венере господствует симметричный режим циркуляции: весь облачный слой атмосферы вращается в восточном направлении (т. н. «широтный ветер»). На Юпитере вся атмосфера также вращается в одну сторону, но она при этом разбита на большое число полос и зон. На Земле наблюдается более сложный, т. н. волновой режим циркуляции, при котором вся атмосфера

разбита на три зоны: экваториальную, среднюю и полярную; причём в экваториальной зоне господствуют восточные ветры, а в средней — западные. Соответственно, такое атмосферное явление, как циклоны, характерны для средних широт, и на Европейскую часть России они приходят с запада, из средней и северной Атлантики.

При приближении циклона атмосферное давление начинает уменьшаться («барометр падает»), при этом дует западный или южный ветер, несущий тёплый и влажный воздух. В разгар циклона выпадают обильные осадки, а сильный ветер может быстро изменять свое направление («буря, гром и молния, барометр упал и разбился»). После прохождения циклона дует, как правило, сильный северный ветер, и устанавливается холодная погода. За характерный внешний вид на космических снимках и обилие приносимых ими осадков циклоны иногда ещё называют «лоханками с дождями».

411. 20 июня 1998 года над Москвой пронёсся мощный ураган. Почему сломанные деревья были повалены не везде, а в некоторых местах в виде «полос»? Почему образовался подобный ураган, какова была его ширина у поверхности земли и скорость ветра? Чем он отличается от тропических тайфунов?

Ураганный ветер (до 30 м/с) возник из-за столкновения двух атмосферных фронтов с большой разностью температур и давления воздуха, имел зону действия около 30 км × 300 км и причинил разрушения в местах прохождения наиболее быстрых вихрей воздуха.

Любой поток воздуха, а тем более такой мощный, как ураган, имеет не равномерный характер, а вихревой. Примеры таких вихрей можно наблюдать на клубах дыма, облаках и других видимых потоках. Их размеры в свободной атмосфере составляют от сотен до десятков метров. Поток в целом характеризуется некоторой средней скоростью, а скорость движения воздуха в данной точке — её моментальной скоростью. Моментальная скорость варьируется относительно средней в достаточно широких пределах и может значительно её превышать (иногда в несколько раз). Вместе с тем известно, что сила аэродинамического сопротивления любого тела в потоке пропорциональна квадрату скорости потока. Таким образом, если моментальная скорость воздуха в локальном вихре превысит среднюю, например, в 3 раза, то сила давления на препятствия этому потоку может возрасти почти в 10 раз. Поэтому понятно, что вывал деревьев происходит не повсеместно, а в тех зонах, где более «быстрая» половина вихрей касалась

и «прокатывалась» по поверхности земли, шириной в десятки и длинной в сотни метров. Подобное же воздействие при шквалистом ветре можно наглядно видеть на поверхности небольших водоёмов или на равномерно засеянном поле.

Ураганные ветры на средних равнинах могут возникать из-за столкновения двух атмосферных фронтов с сильно различными температурами и давлениями воздуха в них. Горизонтальные размеры таких фронтов составляют сотни километров. 20.06.1998 г. над Москвой встретились воздушные массы относительно сухого воздуха с температурой $+35^{\circ}\text{C}$ и влажного с температурой $+10...15^{\circ}\text{C}$. Когда вследствие взаимного движения фронтов более тяжёлый холодный воздух оказался над более лёгким тёплым, возникли условия динамической неустойчивости; тёплый воздух начал подниматься вверх, а холодный — падать вниз с большой скоростью, образуя мощные потоки и вихри. Ширина полосы разрушительного урагана составила 20–30 км, протяжённость — до 300 км, скорость ветра — до 30 м/с.

Повторяемость подобных ураганов, иногда сопровождаемых также смерчами, для конкретной местности составляет несколько раз в столетие. В условиях городской застройки воздушные потоки в приземном слое могут как ускоряться в узкостях, так и тормозиться зданиями, но этот фактор не является главным; нередко в одинаковых соседних дворах картина была совершенно различной: от отсутствия повреждений до полного вывала деревьев.

Тропические тайфуны, напротив, являются типичным явлением и повторяются десятки раз за сезон. Они образуются в тропических зонах, где Солнце светит отвесно и сильно нагревает поверхность и нижний слой воздуха. При этом неравновесные условия в атмосфере создаются практически повсеместно, особенно над ровной поверхностью океана. Любая спонтанно возникшая конвективная ячейка перетекания нагретого воздуха вверх, а холодного — вниз, в этих условиях может разрастаться, увеличивая свой масштаб и мощность. Двигаясь по океану, тайфун приобретает устойчивую спиральную структуру, вовлекающую в себя все новые и новые неустойчивые области воздуха, и высвобождаемую потенциальную энергию переводит в скорость ветра, которая может достигать 60 м/с (более 200 км/час). Тайфуны вызывают в океане волнение до 20 м высотой, наводнения за счёт большого количества осадков и нагонов воды, многочисленные и катастрофические разрушения.

420. На ранних этапах истории Земли её атмосфера состояла из азота и углекислого газа (до 35%), а сейчас его совсем мало (0,03%). Куда же подевался почти весь CO_2 Земли?

См. ответ на вопрос № 226, стр. 118.

421. В среднем за 2000 лет весь свободный кислород атмосферы Земли проходит через цикл фотосинтеза. Сколько (примерно) раз на нашей планете растениями воспроизводились молекулы O_2 , аналогичные тем, которыми Вы в данный момент дышите?

Довольно часто встречалась неверная интерпретация сути вопроса; когда смысл рассуждений сводился к тому, что поскольку много растений и много молекул, то невозможно посчитать число актов фотосинтеза точно. Также в этом вопросе не требовалось пытаться решать вероятностную задачу о судьбе каждой конкретной молекулы, попавшей в Ваши лёгкие. Эта комбинаторная задача слишком сложна даже в порядке её рассмотрения.

Речь в данном случае идёт о том, что на нашей планете Земля имеется атмосфера, масса которой составляет около $5,1 \cdot 10^{21}$ г и газовый состав которой разнообразен и переменен с высотой и со временем. В настоящее время возле поверхности основную долю атмосферы составляют 7 газов (указаны их объёмные доли):

N_2	O_2	H_2O	Ar	CO_2	Ne	He
0,7808	0,2095	< 0,028	0,0093	0,00032	0,000018	0,000005

В оболочках Земли осуществляется круговорот кислорода, аналогично круговороту воды в природе. Свободный кислород в атмосфере мы можем рассматривать, как некоторый банк молекул, который (как и любой другой банк или бассейн) имеет приток (приход) и сток (расход). Кислород является активным окислителем, и расход его молекул осуществляется через весьма большое разнообразие химических реакций (от горения дров в костре до ржавчины на велосипеде). Одной из многих в этом ряду является превращение кислорода в углекислый газ в процессе дыхания животных вообще и человека, в частности. Очевидно, что данный расход кислорода в земной атмосфере Земли заведомо пренебрежимо мал по сравнению с другими. Существуют многие другие химические реакции (например, переход в озон O_3) и физические процессы (например, растворение в водах Мирового океана), которые, как мы можем предполагать, с интересующей нас

сейчас точностью являются взаимнообратными, т. е. происходят с равной скоростью в обе стороны и, следовательно, не влияют на итоговое обилие O_2 . Наконец, единственным (по крайней мере, единственным существенным) поставщиком свободного кислорода в атмосферу является реакция его фотосинтеза зелёными растениями.

Напомним, что хлоропласты растений содержат специфические пигменты (хлорофилл), молекулы которого способны поглощать лучи красного и синего участков спектра (поэтому, кстати, сами растения имеют цвет отражённого излучения, т. е. зелёного). При этом хлорофилл переходит в возбуждённое состояние, выделяя свободный электрон и запуская серию окислительно-восстановительных реакций в хлоропласте (фотохимическая или световая фаза фотосинтеза). Присутствующие в растворе молекулы воды находятся в виде комбинации ионов $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$. В результате ряда ферментных превращений образуются молекулы АТФ и комплекс НАДФ*Н, в состав которого включается ион H^+ . Освободившиеся ионы OH^- , возвращая электроны e^- хлорофиллу, образуют молекулы $O_2 + H_2O$. В ходе второй, термохимической или темновой части фотосинтеза АТФ и образованный восстановитель (НАДФ*Н) участвуют в биохимических превращениях углекислого газа CO_2 , который ассимилируется в органические кислоты и углеводы. Затем поглощённый из атмосферы углерод в этом виде используется организмами для всех дальнейших биосинтезов, для роста и т. д.

Каждый человек для дыхания потребляет в сутки около 500 л кислорода, а годовая потребность 1 человека обеспечивается жизнедеятельностью 10–12 деревьев среднего возраста.

А ты поблагодарил сегодня дерево?

Очевидно, что общее обилие кислорода в атмосфере определяется соотношением скоростей реакций по его поставке и расходу. Если его производство растениями будет происходить существенно быстрее, чем его потребление, то обилие кислорода в атмосфере будет возрастать. Если мы (и другие планетарные пользователи) будем увеличивать расход кислорода, то его обилие будет уменьшаться, а обилие углекислого газа, напротив, возрастать. По-видимому, в настоящее время в глобальном масштабе имеет место развитие именно такого сценария. Значительные площади лесов на нашей планете катастрофически быстрыми темпами уничтожаются, а сжигание углеводородных топлив в современном технократическом обществе потребления столь же катастрофически нарастает. Как точно отмечал один из писателей, в наше время автомобили и другую технику уже можно рассматривать, как особый

техногенный вид, активно конкурирующий с человеком за свободные ресурсы кислорода в атмосфере Земли. Например, один трансконтинентальный перелёт лайнера по количеству сожжённого кислорода «стоит» столько же, сколько суточная потребность 100 000 чел (!).

Каждая произведённая молекула O_2 имеет свою судьбу: она может или в ту же секунду быть истрачена (что маловероятно), или хоть всю геологическую историю Земли 4 млрд. лет «витать в облаках» (что также маловероятно). Поскольку все молекулы в воздухе активно перемешиваются, мы вполне можем считать их идентичными друг другу, рассматривать их «среднюю» судьбу и оценивать их среднее время жизни. По оценкам, для современной Земли это время составляет около 2000 лет. Это можно понимать так, что молекула O_2 , которую вы только что вдохнули, до этого момента 2000 лет свободно летала в воздухе, или что то же самое, была произведена каким-либо растением как раз в эпоху Рождества Христова (например, его пальмовой веткой, почему бы и нет?). Или, в других терминах, скорости производства и потребления кислорода таковы, что весь банк молекул O_2 полностью обновляется за 2000 лет (примерно).

Теперь мы можем оценить число таких циклов «возобновления» кислорода. Будем считать, что атмосфера Земли стала «кислородсодержащей» между архейской и протерозойской эрами, около 3 млрд. лет назад. Тогда, разделив этот период времени на длительность цикла в 2000 лет, мы получим 1 500 000 раз. Однако, заведомо понятно, что обилие O_2 в атмосфере не могло быть постоянным, поскольку свободный кислород накапливается по мере жизнедеятельности растений. Переменность газового состава земной атмосферы в прежние геологические эпохи точно пока не установлена. Очевидно также, что уменьшение обилия O_2 означает увеличение числа циклов его воспроизводства. Иными словами, в архейскую эру, когда свободного кислорода в атмосфере было очень мало, он расходовался быстрее, и время его жизни было меньше, чем теперь. С учётом имеющихся неопределённостей правильными признавались те ответы, в которых число циклов производства O_2 называлось от 500 000 до 3 000 000 раз. Иными словами, в среднем **2 млн. раз (!)** растения воспроизводили молекулы O_2 на нашей планете, которыми мы в настоящее время пользуемся для дыхания.

Основной поставщик кислорода с древнейших времён до настоящего времени — это сине-зелёные водоросли. Именно они сделали на этой планете кислородную атмосферу в её нынешнем виде, это они позволили всем остальным растениям и животным существовать и развиваться до сегодняшнего состояния. А мы?

422. Когда росли каменноугольные леса и жили динозавры, на Земле было жарко и влажно. Во время оледенения мамонты, например, хотя и имели мощную шерсть, но всё равно замёрзли. Потом опять потеплело; в Европе расположились субтропики, где жили львы, а в Сахаре всё высохло, и она превратилась в пустыню. В средневековые было сильное похолодание (в 829 и 1010 гг. замерзал Нил), а сейчас говорят о глобальном потеплении. Отчего бывают такие скачки, и что нам лучше покупать: дублёнку или панамку?

В очень многих работах ответ на этот вопрос сводился примерно к следующим фразам: «В будущем нам нужна будет панамка, потому что озоновый слой разрушается и происходит парниковый эффект»; или: «потепление происходит из-за парникового эффекта и виноват в этом только человек». Много было сказано правильных слов и про промышленные выбросы. Откровенно говоря, невольно возник недоуменный вопрос: «А как же потепление во времена динозавров? Кто же тогда „портил экологию“, уж не они ли?»

Во-первых, основной смысл данного вопроса направлен на вариации климата в прошлом, которые происходили до человека и безо всякого участия человека. Антропогенные воздействия на климат мы рассмотрим позднее.

Во-вторых, многие (и не только дети) путают вариации температур и погоды в данном конкретном месте (в городе, где они живут) и переменность глобального климата. Современной цивилизации присущ заметный «европо-» и «америкоцентризм», жители западных стран искренне убеждены, что именно там находится современный «пуп Земли». Соответственно, если что-то не то начинает происходить с погодой у них, то это сразу же подаётся как глобальная проблема, никак не меньше. Сейчас говорят о «глобальном» повышении температуры на 1–2 градуса. Хотелось бы напомнить, что, например, в Сахаре +50 °С, а на станции «Восток» в Антарктиде бывает и –89 °С. Таким образом, диапазон температур на поверхности Земли превышает 140 градусов, а соответственно, в разных климатических зонах **всегда** будут нужны где-то панамка, а где-то дублёнка. И если в каком-то месте Земли наблюдается некоторое потепление, то скорее всего, это эффект региональный, связанный с изменчивостью морских и воздушных потоков в данной части земного шара. В иных, ненаселённых регионах эффект может быть и другим. В целом, вопрос о полноте, достоверности и представи-

тельности собираемых метеоданных, их соответствия всей глобальной картине в целом остаётся, по-видимому, открытым.

В-третьих, говоря о вариациях климата, всегда необходимо чётко определять интервал времени, о котором идёт речь. Один достаточно остроумный участник Турнира написал, что нам нужнее дублёрка, ведь Турнир проходит в октябре, а впереди — зима! С точки зрения интервала времени в несколько месяцев — это абсолютно верно. Как верно также заметила Эльвира Гайсина: «Климат — это многолетний режим погоды, и судить об изменении климата мы сможем лишь через 100 лет».

Рассмотрим для начала эволюцию нашей планеты в целом. Действительно, на стадии формирования самой Земли (4500–4000 млн. лет), когда происходило выпадение на неё других планетозималей, её поверхность скорее всего была разогрета выше 1000 К. После утраты первичной водородно-гелиевой атмосферы (4000–3500 млн. лет) и перехода ко вторичной (углеродно-азотной) парниковые эффекты, аналогичные венерианским, скорее всего не позволяли остывать земной поверхности ниже 200–400 °С. Постепенное захоронение растениями углекислого газа и накопление ими кислорода (примерно 1/100 часть от современного количества 2000 млн. лет назад и 1/10 часть — 600 млн. лет) «позволило» Земле остыть ниже 100 °С, и сформироваться земным океанам. Наконец, в районе 250 млн. лет назад случился первый геологический ледниковый период. Таким образом, на интервале времени геологической жизни нашей планеты порядка 4 млрд. лет, можно точно утверждать, что Земля заметно (на 1000 градусов) **остывает**.

Считается, что 250 млн. лет огромный кусок суши под названием Гондвана находился в южном полушарии. Это блокировало океанские течения и перераспределение ими тепла по земному шару, что и привело к глобальному похолоданию и даже оледенению части южного материка. В свою очередь, это стимулировало биологическую эволюцию, хвойные растения полностью вытеснили каменноугольные леса, а позднее появились и первые млекопитающие. После распада Гондваны 150–100 млн. лет назад на отдельные куски (Южная Америка, Африка, Антарктида, Австралия, Индостан) климат вновь стал теплее, чем сейчас, и поверхность земли захватили гигантские рептилии. Таким образом, можно сказать, что вследствие движения материковых плит на интервале 250–100 млн. лет имело место значительное (на 20–30 градусов) глобальное **потепление**.

Тёплый климат привёл вновь к бурному развитию растительности в её современном виде, и содержание кислорода в это время приблизилось к современному. Снижение содержания CO₂ способствовало накоп-

лению известняковых осадков (см. стр. 119), и дальнейшему захоронению углерода уже по этому механизму (меловой период).

За последние несколько десятков миллионов лет на Земле прошло множество повторяющихся **оледенений** различной мощности, которые случаются нерегулярно, через 100–250 тыс. лет. Продолжительность каждого из них составляла около 50 тыс. лет. Считается, что климат Земли перешёл в **неустойчивое** состояние из-за ослабления парникового эффекта, с одной стороны, и перемещения в район Южного полюса материка Антарктиды, с другой. Динозавры закончились, на суше стали жить теплокровные животные, а 1–2 млн. лет назад появился и человек. Амплитуда оледенений за последние 1700 тыс. лет увеличилась, возможно, из-за появления льдов в Арктике. Около 20–15 тыс. лет назад наступил максимум оледенения, сопровождавшийся наибольшим распространением материковых льдов в северном и морских в южном полушарии. При этом уровень мирового океана опускался на 100 м ниже современного, а содержание CO_2 в атмосфере падало до 0,02 %. Сейчас мы живём в **межледниковье**, последнее по счёту оледенение закончилось примерно 11 тыс. лет назад, так что можно утверждать, что на этом интервале времени также имеет место глобальное потепление, а предстоит нам не менее глобальное **похолодание**.

На интервале за последние 2000 лет происходили как относительные потепления (около 800–1200 гг), так и «малые ледниковые эпохи средневековья» (1400–1800 гг). Причины этих колебаний также точно не ясны. Среди возможных факторов называют изменения в солнечной активности (т. н. маундеровский минимум солнечных пятен), взрывные извержения вулканов и другие. На интервале инструментальных наблюдений за последние 100 лет можно предполагать некоторое увеличение температуры на 0,5 °С. Однако, поскольку в южном полушарии представительность данных очень низка (80 % площади приходится на океан), то этот результат трудно проверить.

Хотелось бы подчеркнуть, что требуется большая осторожность при анализе возможных причин колебаний глобального климата. По-видимому, чисто астрономические причины в данном случае не играют заметной роли. Например, изменения интенсивности излучения Солнца за время 11-летнего цикла солнечных пятен составляют около 0,05 %. Данных об изменении солнечного излучения на интервалах до тысяч лет не имеется. Изменения параметров орбиты Земли могли бы повлиять на количество света, получаемого Землёй, однако, все эти эффекты весьма малы. Во всяком случае, специалисты в области астрономии не склонны сводить проблему климата к внешним космическим факторам.

Система глобального климата представляет собой очень сложную, многофакторную, сильно переменную систему, имеющую собственные внутренние ритмы. Гораздо большую значимость имеют причины внутреннего характера: перемены в вулканической активности, изменения биосферы и ее обратные влияния на газовый состав атмосферы, собственные циклы теплового баланса между земной корой, океаном и атмосферой. «Предсказывать будущее бесполезно — человек непредсказуем» (Александр Алексеев).

Широко обсуждаемые в последние годы проблемы глобального потепления вследствие антропогенных выбросов в атмосферу пыли и парниковых газов (прежде всего CO_2), действительно являются актуальными и заслуживают рассмотрения. Следует, однако, помнить, что все анализируемые взаимосвязи пока ещё представляют собой небесспорные модели. Разумеется, деятельность, направленную на сокращение индустриальных выбросов человечества, следует всемерно поощрять и поддерживать. Опасность того, что под воздействием наших «достижений» атмосфера Земли перейдёт в иное состояние, действительно существует. «Гадить» нехорошо, это очевидно. Не исключено, однако, что наша планета может и вовсе не заметить присутствия на своей поверхности такого странного образования, как человечество (как, впрочем, и его отсутствия).

И вот, кстати, через 2000 лет у Земли вовсе не будет магнитного поля (см. вопрос № 951, стр. 311) — и что тогда? Наверняка это повлияет на глобальный климат, но в какую сторону? «Так что покупайте и дублёнку, и панамку. Кто знает, что случится в будущем.» (Максим Геращенко).

Глава 8. Я на солнышке лежу



427. Как известно, Земля вращается вокруг Солнца. А стоит ли Солнце на одном месте?

Стоит ли на одном месте Солнце? Разумеется, нет. Многие любители астрономии хорошо усвоили коперниканскую гелиоцентрическую систему мира и совершенно правильно говорят, что все планеты (и Земля) вращаются вокруг Солнца, однако при этом делают следующий, уже неверный, логический шаг, будто само Солнце при этом неподвижно. Ну его-то гвоздями тем более не прибьёшь! Солнце — такое же свободно движущееся в пространстве тело, и под влиянием гравитационного воздействия других тел оно совершает несколько движений. Во-первых, оно вращается вокруг своей оси, причём дифференцированно (см. подробнее вопрос № 119, стр. 99).

Во-вторых, являясь членом Солнечной системы, оно, как и все прочие планеты, вращается вокруг общего центра масс. Главным «противовесом» Солнца является Юпитер, который всего в 1047 раз легче. Соответственно, радиус орбиты Солнца будет во столько же раз меньше: $740 \cdot 10^3$ км. Между прочим, это больше, чем радиус самого Солнца! Орбитальная скорость Солнца составляет 12,5 м/с, а это значит, что даже на приличном велосипеде (45 км/час) уже вполне можно «потягаться» в скорости с самим Солнцем! К слову сказать, именно таким образом, по измерениям вариаций лучевых скоростей (т.е. по гравитационному воздействию) с 1995 г. открывают планеты у других звёзд (экзопланеты), и уже более 60 шт. (на август 2001 г.) открыли⁹.

В-третьих, Солнце движется и относительно других звёзд. Впервые в 1783 г. вышел труд Вильяма Гершеля «О собственном движении Солнца», в котором он, анализируя видимые собственные движения немногих близких звёзд, сделал вывод о движении Солнечной системы в сторону созвездия Геркулеса. По современным значениям апекс Солнца¹⁰ имеет координаты $\alpha = 270^\circ$, $\delta = +30^\circ$, а собственная скорость составляет 19,7 км/с. Эта скорость выше, чем у Юпитера, и примерно соответствует орбитальным скоростям астероидов.

Наконец, в-четвёртых, Солнце участвует вместе со всеми другими звёздами и во вращении нашей Галактики. По последним данным, находясь на расстоянии 8,5 килопарсек от центра Галактики, Солнце вращается вокруг него со скоростью 204 км/с и совершает один оборот примерно за 255 миллионов лет.

431. Какого цвета Солнце? Зависит ли его цвет от местности?

См. ответы на вопросы №3 (стр. 73) и №811 (стр. 224).

445. Как далеко простирается тень Земли?

См. ответ на вопрос №74, стр. 87.

449. Можно ли солнцу «поставить градусник», или как измерить температуру Солнца?

См. ответ на вопрос №811, стр. 224.

⁹В августе 2003 года было известно уже более 200 экзопланет.

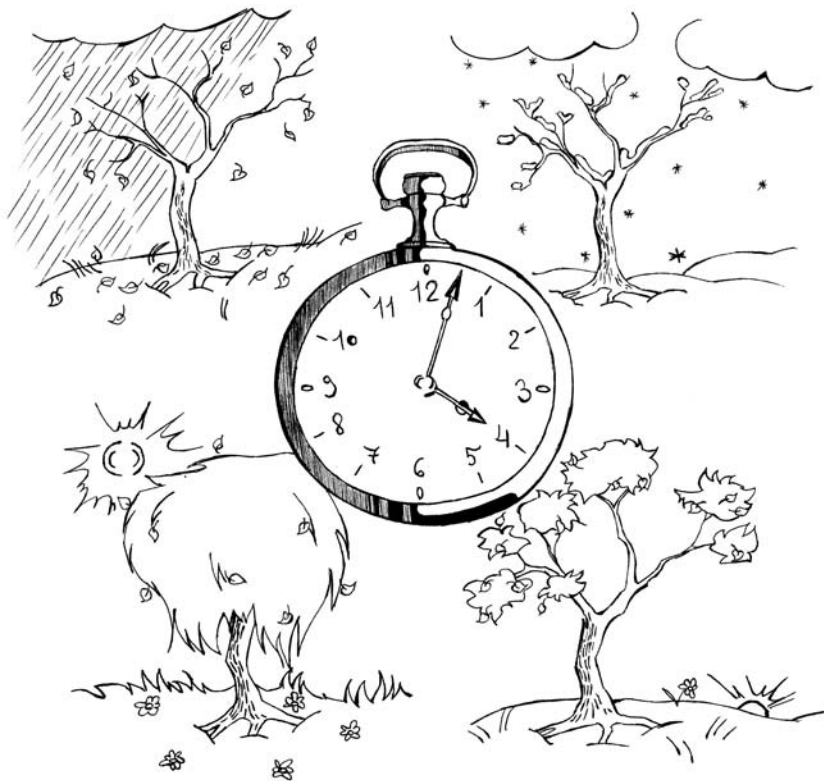
¹⁰Точка на небе, обозначающая направление движения Солнца относительно всего массива окрестных звёзд.

454. Температура в центре Солнца достигает 15 млн. градусов или 1,5 кэВ, а потенциальный барьер, который нужно преодолеть двум протонам, чтобы вступить в реакцию синтеза гелия, примерно равен 300 кэВ. Почему же реакция синтеза водорода в гелий на Солнце всё же идёт?

Для того чтобы между частицы и ядра могли вступать между собой в ядерные реакции, они сначала должны сблизиться очень плотно, т. к. силы ядерных взаимодействий очень короткодействующие. Например, для двух ядер водорода (протонов) радиус ядерного взаимодействия составляет около $1,5 \cdot 10^{-13}$ см, а для более тяжёлых ядер с массовым числом A он слабо увеличивается как $A^{1/3}$. Между тем, при сближении протонов или ядер они, как одноимённо заряженные частицы, испытывают очень сильное электростатическое (кулоновское) отталкивание. Потенциальная энергия при сближении частиц растёт как $1/r$, и на радиусе ядерного взаимодействия достигает 300 кэВ. Образуется т. н. «кулоновский энергетический барьер», который частицы с меньшей энергией не пускает внутрь, в зону ядерного взаимодействия.

Однако в квантовой механике существует механизм перехода частиц через потенциальные барьеры и при меньшей энергии, который называется «туннельным эффектом». Вероятность такого прохода зависит от энергии частицы, высоты энергетического барьера и его ширины (зоны действия); она крайне мала, но не нулевая. Именно за счёт такого постепенного просачивания частиц через энергетические барьеры внутрь зоны взаимодействия и светят звёзды в течение миллиардов лет.

Глава 9. Время и сезоны



457. Когда наступает весеннее равноденствие?

См. ответ на вопрос №57, стр. 86.

460. По латыни «секунда» — значит «вторая». После чего «первого» она — вторая?

См. приложение, стр. 353.

462. Сколько дней в 2000 году? А сколько дней в году может быть?

Кто бы мог подумать, что этот вопрос абсолютным большинством участников Турнира будет воспринят, как тривиальный!

Почти все ограничились написанием одной только цифры «366», и всё. А вопросик-то на первый взгляд простенький, да каверзный! Число «2000» присутствует в большинстве вопросов по астрономии по существу, но как раз здесь — как отвлекающее. Главная часть вопроса — вторая. Бойтесь простых вопросов!

Все рассуждения о том, что обычно в году 365 дней, но раз в 4 года случается високосный, имеющий 29 февраля, имели значимость только для учащихся до 6 класса включительно, которые получали за это 1 балл. Для 7 класса и старше это считалось самоочевидным, и первый балл участники получали в случае, если указывали, что истинная продолжительность года составляет примерно 365 с четвертью суток.

Никто (!) не написал при этом очевиднейшую вещь, а именно: пример того, когда (а точнее, где) в году всего один день (специально подсказывать не буду — сами догадаетесь!).

Итак, что же такое 2000 год? В астрономии для планеты Земля существуют и используются следующие годовые интервалы:

Название года	Продолжительность	Интервал времени между:
Календарный григорианский	366 суток ровно (високосный)	1 января данного и 1 января следующего григорианского года
Календарный юлианский (он же церковный)	366 суток ровно (високосный)	1 января данного и 1 января следующего юлианского года
Тропический	365,24218993 ...	равноденствиями
Сидерический	365,25636331 ...	относит. неподвижных звёзд
Аномалистический	365,25963535 ...	прохождениями через перигелий
Драконический	346,620031 ...	циклами затмений

При ответе на вторую (и основную) часть вопроса каких только чисел не называли! От 334 до 386 дней !! Правильные ответы с точки зрения календаря такие: 184, 281, 352, 355, 360, 365, 366, 455, 487 дней.

Все эти «календарные казусы» происходят по одной простой причине: длительность оборота Земли вокруг своей оси (сутки) и длительность её оборота вокруг Солнца (год) никаким образом не совпадают

и не соотносятся между собой. Продолжительность тропического года (т. е. интервала времени от равноденствия до равноденствия) составляет 31556925,9747... секунд, причём с течением времени это число изменяется примерно на 0,5 секунды за столетие. В пересчёте на средние солнечные сутки это составляет 365,24218993... суток (или 365 дней 05 часов 48 минут 45,9747... секунд). Создание системы, которая бы считала дни в году с минимальными отклонениями от реального движения Земли, и есть проблема календаря, которая на протяжении многих тысячелетий по-разному решалась разными народами и цивилизациями. К сожалению, оптимального и вполне точного календаря мы не имеем до сих пор. Кроме этого, при любой из календарных реформ неизбежно изменяется продолжительность данного года.

В Древнем Египте действовал календарь из **360** дней. 36 отрезков времени по 10 дней (т. н. «деканы») посвящались мелким местным богам. Когда боги объединялись «по трое», получался месяц в 30 дней. К этой календарной системе добавлялись ещё 5 «внекалендарных» дней, посвящённые главным богам Египта, и в итоге получался период в **365** дней. Этот официальный цикл, естественно, ежегодно отставал от истинного года на $1/4$ дня. В итоге, жрецы праздновали официальные праздники в одно время, а крестьяне занимались своим делом совсем даже в другое. За период продолжительностью в 1461 год официальный календарь совершал полный оборот (т. н. «цикл Сотис») и вновь совпадал с сезонами года.

Алексей Федорцов совершенно справедливо замечает, что существуют также и лунные календари, в которых число дней в году заведомо другое. Действительно, поскольку в любом лунном календаре число месяцев разное, то, например, еврейский лунно-солнечный календарь в пределах 19-летнего цикла имеет года продолжительностью в 353, 354, 355, 383, 384, 385 дней.

Во времена республики Древний Рим также пользовался лунным календарём, и в результате путаницы накопившаяся ошибка относительно солнечного календаря достигала 80 суток. Как сказал Вольтер: «Римские полководцы всегда побеждали, но никогда не знали, в какой день это случалось». В 46 г. до н. э. в рамках реформы календаря Юлия Цезаря, которую проводил астроном Созиген из Александрии, начало года в общегражданском календаре было перенесено на 1 января. При этом дата начала года существенно переместилась из-за перекройки всей системы месяцев (исчез переменный месяц марцедоний, изменилась продолжительность февраля и других месяцев), а сам 46 г. до н. э. имел 15 месяцев и продолжался 455 (!) дней.

Тогда же было введено понятие високосного года с добавлением 1 дня в феврале. Как удачно сказал один юный участник Турнира: «Земля четыре круга проходит за $365\frac{1}{4} + 365\frac{1}{4} + 365\frac{1}{4} + 365\frac{1}{4}$, а человек считает $365 + 365 + 365 + \mathbf{366}$ ». Юлианский год имеет продолжительность 365,25 суток, что превышает длительность истинного года на 11 минут и 14,79 секунды.

В 1582 г. (4 октября) папа Григорий 13 своей буллой ввёл новый календарь. Его истинными авторами были математик Луиджи Лилио Гаралли из г. Перуджи и астроном Петрус Пилат из г. Вероны. После четверга 4 октября наступила пятница 15 октября, при этом произошла подвижка календаря на 10 дней вперёд без смены счёта дней в неделе, 1582 год сократился до 355 дней, а религиозные праздники благодаря этому вновь вернулись на прежние места: Пасха — к весеннему равноденствию, а Рождество — к зимнему солнцестоянию.

Формулу григорианского календаря можно представить в виде трёх правил. Если номер года делится на 4, то он — високосный (аналогично юлианскому календарю добавляется 29 февраля); если делится на 100 — невисокосный; а если делится на 400, то вновь високосный. Таким образом, григорианский цикл имеет 97 високосных годов за 400 лет, и продолжительность григорианского года — 365,2425 суток. Отличие от истинной продолжительности года составляет всего 26,79 секунд.

2000 год (вместе с 1600 годом) является исключительным в истории человечества, поскольку только в эти два года все три правила григорианского календаря действовали. Тем не менее, в 1622 г. Папская канцелярия вновь перенесла точку начала отсчёта года с 25 марта (как было) на 1 января (как теперь), сократив тем самым этот год до 281 дня.

Но всё же оба мировых рекорда длительности календарного года, как минимальной, так и максимальной продолжительности, — в России! Знай наших!!

На Руси до 10 века год начинался с новолуния после дня весеннего равноденствия, а затем после крещения Руси князем Владимиром Святославовичем в 988 г. начало года стали считать от 1 марта. В 7000 г. «от сотворения мира» (1492 г.) в качестве общегражданского ввели церковный «византийский» календарь и начало года стали отсчитывать с 1 сентября. Отрезок времени от «старого» нового года до «нового» нового года при этом составил всего **184** дня. Далее, 20 декабря 7207 г. (1699 г.) вышел указ Петра 1 о переносе даты нового года на 1 января, но не григорианского, а опять-таки юлианского календаря. Это случилось потому, что протестантская Голландия (на которую Пётр равнялся) в то время «в пику» папе тоже всё ещё жила «по-старому»,

юлианскому календарю. Из-за петровской реформы год 7207-й в России продолжался **487 (!!)** дней.

И хотя голландцы и все остальные европейцы быстро одумались, нам потребовалось ещё два века и Декрет Совета народных комиссаров от 24 января 1918 г., чтобы РСФСР и Финляндия тоже перешли на «григорианский» календарь (новый стиль). При этом мы потеряли уже 13 дней, т. к. после 31 января наступило 14 февраля, а всего в «нашем» 1918 г. было 352 дня. Из-за этого, кстати, годовщины Октябрьской революции у нас всегда отмечались в ноябре, а Февральской — в марте; сначала мы празднуем Новый год (т. е. обрезание И. Христа), а только 7 дней спустя — его Рождество.

Видимо, по тем же причинам, что и Голландия в 17 веке, РПЦ до сих пор использует юлианский календарь (формально Юлий Цезарь исполнял должность самого «Верховного Бога», а папа — нет, по рангу он всего лишь «наместник»). А кроме того, у нас есть самый любимый истинно «народный» праздник, который для других наций и вовсе немислим — это Старый Новый год.

Интересным аспектом вопроса о числе дней в году является зависимость количества дней от геологических эпох нашей планеты. Например, Елена Трепалина в своей работе замечает: «Когда-то давно, когда Земля была ближе к Солнцу, год был короче». Несмотря на большую сложность вопроса об устойчивости нашей планетной системы в целом (см. вопрос №754, стр. 205), мы можем с интересующей нас сейчас точностью считать, что за период эволюции Земли, как планетного тела (т. е. 3,5–4,5 млрд. лет), её расстояние от Солнца существенно не менялось. Соответственно, не изменялся существенно и период обращения Земли, т. е. год. Однако, за счёт притяжения Луны за это время существенно изменился период вращения Земли вокруг своей оси, т. е. продолжительность суток. Лунные приливы играют роль «тормоза» для Земли, поэтому длительность суток постоянно возрастает, а их число в году — уменьшается. Если сейчас в году 365,25 суток, то при расцвете млекопитающих (палеоцен, 67 млн. лет) в году был 371 день, при динозаврах (юра, 180 млн. лет) — 381 день, при хвойных растениях (пермь, 275 млн. лет) — 390 дней, при выходе животных на сушу (девон, 400 млн. лет) — 400 дней, а при переходе к морским беспозвоночным (кембрий, 600 млн. лет) — до 424 дней. Эти данные были получены из анализа линий роста кораллов и по другим годичным и суточным циклам. Интересно также, что в древние эпохи и синодический месяц (т. е. период фаз Луны) также был короче, т. е. Луна находилась ближе к Земле и вращалась вокруг неё быстрее.

Всего несколько участников Турнира догадались, что формулировка вопроса предполагает подсчёт числа дней в году и на других планетах тоже. Здесь есть значительное разнообразие возможностей.

Ближние к Солнцу планеты из-за приливных эффектов находятся в т. н. «гравитационных резонансах». Например, Меркурий делает ровно три оборота вокруг своей оси за два меркурианских года, соответственно, на Меркурии в году **1,5** меркурианских дня. Венера за 5 венерианских суток (длительностью 116,78 земных суток) совершает ровно один синодический период 583,92 суток, т. е. проходит интервал между её максимальными сближениями с Землёй в нижнем соединении. Поскольку венерианский год длится всего 224,701 земных суток, то на Венере в году уже несколько больше — 1,92 венерианских дня. Забавно, что Венера при этом вращается относительно орбиты и других планет в обратную сторону, Солнце на ней восходит на венерианском западе, и формально можно считать, что число дней в году на Венере отрицательное: (**-1,92** дня). Марс в этом смысле подобен Земле, на нём продолжительность дня 1,026 от земного, и в году там 669,6 дня.

Но уж зато на планетах-гигантах дней в году предостаточно. Все они вращаются очень быстро (экваториальный период около 10 часов), а год у них длинный. На Юпитере 10565 дней, на Сатурне — 25233 дня, на Уране — 68084 дня, на Нептуне — 91426 дней. Правда, Уран вращается «лёжа на боку», так что в некотором смысле на нём, как и на полюсах Земли, — **один** день в году. Продолжительность дня на Плутоне известна не точно, но он вращается значительно медленнее планет-гигантов.

490. Когда и где начнётся 3-е тысячелетие? Можно ли это событие «увидеть»?

«Римские полководцы всегда побеждали, но никогда не знали, в какой день это случилось».

Вольтер

Содержание:

1. Почему 60?	159
2. Точное время — ...»	159
3. В Петропавловске-Камчатском — полночь»	160
4. По декретам Советской Власти	161
5. Летом дни длиннее	161
6. Справа — вчера, слева — завтра	161
7. «С Новым годом, с новым счастьем!..»	163
8. Какое, милые, тысячелетье на дворе?	164

9. Наука считает, что ...	165
10. Когда у И. Христа «день рождения»?	167
11. В каком году родился И. Христос?	168
12. Когда, где и как встречать 3-е тысячелетие?	169

Последнее время¹¹ очень многие спрашивают: в какой момент времени начнётся 3-е тысячелетие, когда его нужно встречать и куда нужно (если нужно) для этого ехать?

Чтобы ответить на эти вопросы, напомним прежде всего как исчисляются «моменты времени» в современном мире. Хотя время, как физическое понятие, с интересующей нас точностью течёт равномерно, однако в современной системе отсчёта каждый момент времени не может быть охарактеризован только одним числом, а используется сложная и составная шкала, содержащая 4-е независимые цикла: годы / месяцы / дни / часы—минуты—секунды. Для обозначения какого-либо момента времени требуется целых 6 (!) разных чисел. Например, момент времени, соответствующий полуденному выстрелу пушки Петропавловской крепости в Санкт-Петербурге или первому удару Кремлёвских курантов в Москве в полдень 1 мая 1999 г. может быть обозначен следующим образом: 1999 (Одна тысяча девятьсот девяносто девятого) года (нашей эры), 05 (мая) месяца, 01 числа, 12 часов, 00 минут, 00.00 секунд Московского (декретного, летнего) времени.

Каким же образом сложилась такая сложная система и как устроены все эти циклы? Естественно, что каждый из этих циклов помимо природной основы имеет много исторических «наслоений». Всё это происходит по одной простой причине: длительность оборота Земли вокруг своей оси (сутки) и длительность её оборота вокруг Солнца (год) никак не совпадают и не соотносятся между собой. Продолжительность тропического года (т. е. интервала времени от равноденствия до равноденствия) составляет 31556925,9747... секунд, причём с течением времени это число изменяется примерно на 0,5 секунды за столетие. В пересчёте на средние солнечные сутки это составляет 365 дней 05 часов 48 минут 45,9747 секунд. Создание системы, которая бы считала дни в году с минимальными отклонениями от реального движения Земли, и есть проблема календаря, которая на протяжении многих тысячелетий по-разному решалась разными народами и цивилизациями. К сожалению, оптимального и вполне точного календаря мы не имеем до сих пор.

¹¹ Вопрос задавался на Ломоносовском турнире 26 сентября 1999 г.

1. Почему 60?

Время от времени все смотрят на часы и знают, что сутки равномерно разделены на 24 часа, затем каждый час на 60 минут, а каждая минута на 60 секунд. Таким образом, 1 секунда составляет $1/86400$ -часть периода обращения Земли вокруг оси. Между тем, шестидесятеричная система деления интервалов времени является наиболее архаичным элементом во всей современной системе счёта времени, поскольку исторически она восходит к вавилонским календарям эпохи царя Хаммурапи (18 век до н. э.). От вавилонян мы также переняли и деление дня и ночи на 12 частей. Но несмотря на свою почти 40-вековую историю, в современном мире именно секунда является базисной единицей измерения времени, и в этом качестве она входит во все физические и технические единицы измерений (система СИ).

2. «Точное время — ...»

В старину люди не спешили; не случайно на первых башенных часах в московском Кремле не было даже минутных стрелок, — только одна часовая. Ещё совсем недавно говорили: «Пожалуйста, подождите одну минуту». Сейчас в аналогичной ситуации говорят короче: «Секундочку!». С точки зрения обычного человека секунда представляется очень маленьким и несущественным интервалом времени. Практическое употребление секунда получила только в нашем веке после мощного развития индустриальной революции и действительно стала символом «суматошного» века. Однако, из-за высокой точности измерений современная секунда содержит достаточно много «хитростей» и раз уж наша сегодняшняя жизнь расписана по секундам, целесообразно напомнить, что же это такое.

Орбита Земли вокруг Солнца не вполне круговая, и из-за этого Солнце по небу Земли движется неравномерно. Истинный полдень (т. е. момент времени, когда солнце на небе проходит через линию север–юг) в феврале запаздывает на 14 минут, а в ноябре наступает на 16 минут раньше. В дальнейшем мы увидим и другие отличия «астрономического» и «общегражданского» времени. Кроме этого, сама Земля вращается вокруг своей оси весьма неравномерно (до 0,04 с), а её ось (т. е. положение полюса) перемещается на десятки метров. Поэтому уже в 1956 г. Международный комитет мер и весов отказался от секунды, определяемой по вращению Земли.

Современная секунда введена в строй с 1 января 1972 г. и равна

9 192 631 770 колебаниям излучения квантового перехода между уровнями сверхтонкой структуры атома цезий–133.

Технически шкала времени реализована на основе атомных стандартов частоты (цезиевых и водородных), лучшие образцы которых способны хранить время с относительной ошибкой 10^{-16} . Такие часы накопят ошибку в 1 секунду за 1 миллиард лет. Однако и они нуждаются в периодических поправках. (Стандарт частоты — очень сложный физический прибор. Популярно его работа описана, например, в журнале «Квант» № 12 за 1980 год, стр. 2, статья «Цезиевый эталон частоты (времени)», электронная версия http://kvant.mccme.ru/1980/12/cezievyj_etalon_chastoty_vreme.htm)

Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени РФ находится в Подмоскowie (Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений — ВНИИФТРИ, <http://www.vniiftri.ru>).

Наш спутник Луна своими приливами постоянно тормозит вращение Земли, и из-за векового замедления скорости её вращения постепенно накапливается разница между астрономическим и равномерным атомным временем. Для исправления этой разницы в определённые дни (как правило, под Новый год, в полночь 31 декабря) вводится т. н. «дополнительная» секунда, которая тем самым удлиняет и этот день, и этот год.

3. «В Петропавловске-Камчатском — полночь»

Современный человек чрезвычайно подвижен, и может в один и тот же день побывать на разных континентах, а уж по телефону разговаривать и вовсе с любой точкой на Земле. И все знают, что в разных городах Земли время — разное.

Вся поверхность земного шара разделена на 24 часовых пояса по 15 градусов по долготе. При этом во всех точках каждого часового пояса рекомендовано установить время, совпадающее с Всемирным (гринвичским) временем в минутах и секундах и отличающееся от него на целое число часов, равное разности долгот среднего меридиана данного часового пояса и 0-го (гринвичского) меридиана. Такая система часовых поясов была принята на Международном астрономическом конгрессе в Вашингтоне в 1884 г. В нашей стране поясное время было введено с 1 июля 1919 г. для судоходства, а с 17 января 1924 г. — повсеместно на всей территории СССР. Границы часовых поясов устанавливаются с учётом государственных и административных границ,

местонахождения административных центров и т. д., однако на протяжении десятилетий они неоднократно пересматривались. Действие поясного времени при этом не распространяется на системы связи и телекоммуникаций, железные дороги, управление воздушным движением и другие глобальные технические системы, большинство которых действует по единому Московскому времени.

4. По декретам Советской Власти

Декретом Совнаркома СССР от 16.06.1930 г. во всей стране было введено т. н. «декретное время», по которому стрелки часов были переведены на 1 час вперёд относительно поясного времени. Постановление Кабинета Министров СССР от 04.02.1991 г. № 20 отменило «декретное» время, однако в том же году Постановлением Совета республики Верховного Совета РСФСР № 1790-1 от 23.10.1991 г. оно вновь было восстановлено. Таким образом, почти 70 лет общегражданское время в нашей стране на 1 час впереди планеты всей.

5. Летом дни длиннее

Впервые система «летнего» времени была применена в 1916 г. во Франции, и с тех пор в большинстве стран мира весной (как правило, в последнее воскресенье марта) часовая стрелка переводится на 1 час вперёд, а осенью (как правило, в последнее воскресенье октября) — на 1 час назад.

6. Справа — вчера, слева — завтра

Отдельный вопрос, о котором многие также не задумываются, состоит в том, когда именно по времени наступает новый день. Ветхозаветная традиция, перешедшая впоследствии в другие конфессии, предполагает, что предшествующий день заканчивается, а новый начинается в момент появления на небе «первой звезды». По современным представлениям это соответствует т. н. «гражданским сумеркам», когда глубина погружения Солнца под горизонт составляет 6–8 градусов, и приходится включать искусственное освещение. В большинстве древних и средневековых государств новый день, наоборот, начинали с восходом Солнца, отсчитывая часы сначала дневные, а затем ночные. Поскольку Солнце восходит и заходит в разные времена года в разное время, то естественно, что подобные системы отсчёта суток содержали значительные

систематические ошибки. Современное общегражданское время предполагает, что новый день, иначе новая календарная дата, наступает в полночь (те, кто проходит в метро до и после 12 ночи, может увидеть это на своём билете¹²).

Поскольку в разных часовых поясах разное время, то и новая календарная дата наступает в одних местах раньше, а в других — позже. Самым замечательным примером новейшей истории на эту тему служит День Победы. Капитуляция Германии была принята в Берлине в полночь (по средневропейскому времени) с 8 на 9 мая 1945 г., поэтому в Англии и США, где еще было 8 мая, День Победы празднуют на один день раньше, чем у нас, так как в Москве в тот момент было уже 02 часа следующей календарной даты — 9 мая.

На той же конференции 1884 г. в районе меридиана 180 градусов между западным и восточным полушариями была выбрана международная линия перемены дат. По разные стороны этой линии действуют разные календарные даты, и те, кто пересекает её, должны прибавить или отнять один день от своего календаря. Когда спутники Магеллана, совершая кругосветное путешествие с востока на запад, этого не сделали, то возвратившись, с удивлением обнаружили, что один календарный день оказался «потерян» (см. стр. 309).

Из-за географии материков и островов линия перемены дат не везде совпадает с 180-м меридианом. От Северного полюса эта линия спускается по нему, затем поворачивает на юго-восток, огибает Чукотку и выходит на меридиан 191 градус 01 минута 23 секунды восточной долготы, т.е. более, чем на 11 градусов смещена в западное полушарие. Затем по этому меридиану она опускается до 66 градуса северной широты, повторяя границу между Россией и США. Затем линия перемены дат поворачивает на юго-запад и проходит между Командорскими и Алеутскими островами до точки с координатами 168 град. в. д. и 52°30' сев. широты. Из этой точки линия перемены дат южнее Алеутских островов вновь уходит на юго-восток до меридиана 180 градусов и опускается по нему вниз до 5 градусов южной широты. Далее она вновь уходит на юго-восток до границы между 12 и 13 часовыми поясами, т.е. 187 градусов 30' восточной долготы и идёт по этому меридиану до 45 градусов южной широты. Затем вновь поворачивает на юго-запад, на 50 градусов южной широты возвращается на меридиан 180 градусов и уже по нему опускается до Южного полюса.

¹²Имеется ввиду московское метро, впрочем, такая же система может быть и в других городах.

В результате данного проведения линии перемены дат 12-ый часовой пояс оказался разделён на части, в которых не сохраняется одинаковое время в пределах одного часового пояса. Как мы увидим в дальнейшем, это окажется весьма существенным для выбора места встречи нового тысячелетия.

7. «С Новым годом, с новым счастьем!..»

Ещё больше сложностей связано с установлением того момента, когда один календарный год сменяет другой. Изначально со времён родового строя у большинства народов мира отсчёт начала года вёлся от дня весеннего равноденствия, когда Солнце, поднимаясь вверх, выравнивает продолжительность дня и ночи. Первобытные каменные обсерватории были построены именно для наблюдений за движением Солнца и определением дня равноденствия. Наиболее известный памятник такого рода — Стоунхендж (Солсбери, Великобритания), но и в нашей стране десятки подобных объектов. Иногда использовались сезонные особенности, существенные для местной цивилизации; например в Древнем Египте год начинали с разлива Нила и приуроченного к этому времени первого предутреннего восхода звезды Сириус — богини Сотис.

В Древнем Риме год начинался весной с 1 марта, но в 153 г. до н.э. жрецы Римской республики перенесли день начала годового срока консульства на 1 января с целью скорейшей отправки тогдашнего консула на войну в Испанию (или консул им сильно надоел, или консульские выборы хотели провести досрочно). В 46 г. до н.э. в рамках реформы календаря Юлия Цезаря, которую проводил астроном Созиген из Александрии, начало года в общегражданском календаре также было перенесено на 1 января. При этом дата начала года существенно переместилась из-за перекройки всей системы месяцев (исчез месяц марцедоний, изменилась продолжительность февраля и других месяцев), а сам 46 г. до н.э. имел 15 месяцев и продолжался 455 (!) дней. Преемник Цезаря император Август внёс свой вклад, «отстегнув» ещё один день от февраля в пользу 8-го месяца имени самого себя. Однако после распада Римской империи в европейских странах сам собой произошёл возврат к отсчёту начала года от весеннего равноденствия.

На 1-м Вселенском соборе 325 г. в городе Никея (куда тогдашнего папу римского Сильвестра 1, кстати, даже не позвали) начало года было установлено на 25 марта и определён порядок празднования Пасхи в первое воскресенье после первого полнолуния после весеннего равноденствия. Это было сделано специально, чтобы христианская Пасха

не совпадала с иудейской, но из-за несоответствия юлианского календаря с истинным движением Земли за несколько последующих веков Пасха от весеннего равноденствия заметно «уехала». В 1582 г. в соответствии с проектами математика Луиджи Лилио Гаралли из города Перуджи и астронома Петруса Пилата из города Вероны буллой папы Григория 13 от 4 октября был введён новый календарь. При этом произошла подвижка календаря на 10 дней вперед без смены счёта дней в неделе, благодаря чему Пасха вновь вернулась к весеннему равноденствию, а Рождество — к зимнему солнцестоянию. Тем не менее, в 1622 г. Папская канцелярия вновь перенесла точку начала отсчёта года с 25 марта на 1 января.

На Руси до 10 века год начинался с новолуния после дня весеннего равноденствия, а затем после крещения Руси князем Владимиром Святославовичем в 988 г. начало года стали считать от 1 марта. В 7000 г. «от сотворения мира» (1492 г.) в качестве общегражданского ввели церковный календарь и начало года стали отсчитывать с 1 сентября. Далее, 20 декабря 7207 г. (1699 г.) вышел указ Петра 1-го о переносе даты нового года на 1 января, но не григорианского, а опять-таки юлианского календаря. Это случилось потому, что протестантская Голландия (на которую Пётр равнялся) в то время «в пик» папе тоже всё ещё жила «по-старому». Из-за петровской реформы год 7207-й в России продолжался 487 дней. И хотя голландцы и все остальные европейцы быстро одумались, нам потребовалось ещё два века и Декрет Совета народных комиссаров от 24 января 1918 г., чтобы РСФСР и Финляндия тоже перешли на «григорианский» календарь (новый стиль). При этом мы потеряли уже 13 дней, т. к. после 31 января наступило 14 февраля. Из-за этого, кстати, годовщины Октябрьской революции у нас всегда отмечались в ноябре, а Февральской — в марте; сначала мы празднуем Новый Год (т. е. обрезание И. Христа), а только через 7 дней — его Рождество. А кроме того, у нас есть самый любимый истинно «народный» праздник, который для других наций и вовсе немислим — это Старый Новый Год.

8. Какое, милые, тысячелетье на дворе?

Большинство мировых религий отсчитывает годы «от сотворения мира», но хотя мир один и тот же, даты существенно расходятся.

Иудейская эра отсчитывается от 7 октября 3761 г. до н. э.

Православная (византийская) эра начинается от 1 сентября 5508 г. до н. э.; и это летоисчисление введено на Руси в 988 году.

В ранней Римской империи применялись летоисчисления: «от основания Рима» — от 21 апреля 753 г. до н.э., а в поздней — «эра Диоклетиана» от 29 августа 284 г.

Католическая церковь также сначала использовала летоисчисление от года начала преследования Диоклетианом христиан, а во время правления папы Бонифация 2 (530–532 гг.) было определено ныне существующее летоисчисление «от Рождества Христова». В основу его легли астрономические расчёты нижнедунайского монаха Дионисия Малого, который принял на веру, что И. Христос был распят в возрасте 30 лет. Соответственно, и дата рождения И. Христа была установлена на 754 г. от основания Рима, или за 278 лет до эры Диоклетиана. Процесс перехода на это новое летоисчисление в Европе произошёл далеко не сразу и затянулся более чем на тысячу лет.

9. Наука считает, что ...

Естественно, что летоисчисление «от сотворения мира» установлено соответствующими толкователями тех или иных древних текстов и является полностью мифическим. Для примера можно указать, что орудия «человека разумного» имеют возраст до нескольких десятков тысяч лет; как биологический вид человек существует около 3 миллионов лет; древнейшие горные породы на нашей планете имеют возраст 3,5 миллиарда лет; Солнце и наша планетная система существуют около 4–5 млрд. лет, а возраст видимой Вселенной оценивается около 20 млрд. лет. Измерение более ранних времён в земных годах теряет смысл, поскольку пространство и время в ранней Вселенной имеют существенно иные свойства.

Время от времени на небе случаются впечатляющие астрономические явления, которые попадают затем в летописи или памятники разных цивилизаций. Чтобы не путаться в многочисленных календарных и временных реформах народов разных стран, в астрономической науке введена собственная шкала времени, в которой нет ни годов, ни месяцев, ни недель, а только номера дней. Старт этой шкале положен на условную дату в полдень 1 января 4713 г. до н.э. (по юлианскому календарю), и это измерение времени называется «Юлианскими датами». Соответственно, и полное солнечное затмение во время похода князя Игоря на половцев, и вспышка сверхновой звезды (1054 г.), описанная в китайских летописях, и фазы Венеры, наблюдаемые древними инками, и восходы Сириуса в Египте, и прилёты небесных странниц — комет, наводившие ужас на древние и средневековые народы, и все про-

чие события датируются в единой, равномерной и непрерывной шкале, охватывающей период всех известных науке цивилизаций и полностью независимой от любых происшествий в подлунном мире.

Что касается исторической науки, описывающей социальные события и выдающиеся личности, то в ней также для всех народов и цивилизаций используется единая шкала годов «до нашей эры» и «нашей эры», которая в настоящее время совпадает с общегражданским летоисчислением, однако, с некоторыми особенностями. Прежде всего, годы и века «до нашей эры» отсчитываются в обратном порядке, после большего номера наступает меньший. Например, Юлий Цезарь родился в 100 г. до н.э., провёл реформу календаря в 46 г. до н.э., а был убит в мартовские иды 44 г. до н.э.

Кроме этого, в исторической шкале отсутствуют 0-й год, 0-й век и 0-ое тысячелетие. Это связано с тем, что системе римского счёта, на основе которого исторически формировалось все летоисчисление, нет нуля, и цифры следуют от «I» до «X». Само понятие «нуль» было введено в математический и бытовой обиход только после эпохи Возрождения, когда для написания чисел начали использоваться арабские цифры и десятичная система разрядов в числах. Соответственно, после 31 декабря 01 года первого века первого тысячелетия до нашей эры наступило 01 января 01 года первого века первого тысячелетия уже нашей эры. Конечно, современному человеку, воспитанному на компьютерной технике, трудно понять, почему раньше считали от I до X, а не от 0,00... до 9,99..., но тем не менее, это так.

Отдельное «недоразумение» в отдельно взятой стране представляют собой следующие фразы из Указа Петра 1-го о проведении календарной реформы: «... будущего Генваря съ 1 числа настанеть новый 1700 годъ купно и новый столѣтный вѣкъ: А въ знакъ того добраго начинанія и новаго столѣтнаго вѣка въ царствующемъ градѣ Москвѣ ... въ знакъ веселія, другъ друга поздравляя Новымъ годомъ и столѣтнимъ вѣкомъ, учинить сіе: ...», — далее следуют административные и хозяйственные указания о проведении праздника. Многие последующие авторы указывали на т.н. «ошибку» Петра, поскольку в других странах, на календарь которых в тексте указа имеется ссылка, новый столетний век наступил не в 1700 г., а на год позже — 1 января 1701 г. И в самой России, кстати, указание Петра о смене века также было буквально выполнено только один единственный раз, а именно в 1700 г. Например, А. В. Суворов скончался 6 мая 1800 г., т.е. в 18 веке, а начало 19 века было ознаменовано убийством императора Павла Петровича 11 марта 1801 г. Итоги 19 века подводила Всемирная Парижская выставка 1900 г., а 20 век

начался 1 января 1901 г. На самом деле, решение Петра о старте нового века было вызвано не только и не столько сочетанием двух нулей (1700), сколько конкретной ситуацией в стране в это время. Недавно были подавлены стрелецкие бунты, и Пётр Алексеевич реформировал не только летоисчисление, но и всю Россию; активно брил бороды, а кое-кому и вместе с головами. Так что если Лефортов и астроном Яков Брюс и «ошиблись» в тексте указа, то ошибка эта была заведомо сознательная и более того, «политическая». Хотелось бы выразить осторожную надежду, что в будущем в нашей стране необходимости в таких «ошибках» не возникнет¹³.

10. Когда у И. Христа «день рождения»?

В Римской империи не было принято выдавать свидетельства о рождении или паспорта и вести личные дела на осуждённых преступников; во всяком случае, каких-либо исторических документов о дате рождения И. Христа не существует. Существовал ли Иисус Христос в реальной истории, или является персонажем мифическим и собирательным, — мнения существуют разные, но сейчас этот вопрос не является предметом нашего обсуждения. В первые века христианства день рождения И. Христа в разных общинах праздновали и 6 января, и 28 марта, и 20 апреля, и 20 мая, и 18 ноября. Хотя из контекста Нового Завета можно сделать предположительный вывод о том, что Рождество Христово приходится на середину зимы.

В первые века нашей эры христианская церковь формировала свою административно-организационную структуру и основные догматы вероучения, и основной её идеологической задачей являлось замещение бытовавших в народных массах языческих праздников на новые христианские. Поэтому на день весеннего равноденствия, когда многие языческие религии праздновали начало года, было отнесено Благовещение (т.е. зачатие И. Христа), а на день зимнего солнцестояния (день возрождения Солнца — главный праздник Митры) — Рождество Христово. Вообще, отсчёт жизни любого человека тогда было принято начинать не от даты рождения, а с момента зачатия (что вполне согласуется и с современными медицинскими воззрениями). Поэтому при императоре Константине Благовещение было зафиксировано на 25 марта (и соответствовало началу года), а Рождество — ровно через 9 месяцев на 25 декабря.

¹³ тем не менее, см. стр. 172 (постскрипtum)

Однако, при этом было допущено две астрономические ошибки. Во-первых, из-за утраты культуры наблюдательной астрономии сам момент равноденствия изначально был определён не точно, а в последующие века ещё больше сместился из-за неточности церковного и общегражданского календаря. Во-вторых, ещё древним астрономам было известно неравномерное движение Солнца и, вследствие этого, разная продолжительность времён года. Равноденствия и солнцестояния не могут приходиться на одни и те же числа в разных месяцах, но епископами эти знания были забыты. В результате в современную эпоху весеннее равноденствие происходит 21 марта, католическая церковь празднует Благовещение 25 марта, а православная — 7 апреля; зимнее солнцестояние происходит 22 декабря, католическое Рождество — 25 декабря, а православное — 7 января.

11. В каком году родился И. Христос?

Относительно года Рождества Христова также нет точных и бесспорных данных.

Католическая церковь по-прежнему использует расчёты Дионисия, считая возраст Христа равным текущему летоисчислению общегражданского календаря. В большинстве современных энциклопедий указано, что И. Христос родился в семье плотника Иосифа и девы Марии в Вифлееме Иудейском в 4 г. до н. э., а умер в 30 г. н. э. Дата 4 года до н. э. используется большинством источников на основании того, что в этом году умер правитель Иудеи Ирод Великий, и это единственная дата, которая известна из документов точно. Однако, согласно Новому Завету в период времени между Рождеством Христовым и смертью Ирода должны были произойти ещё и следующие библейские события: приход волхвов с востока к Ироду, его поручение о розыске младенца, переход волхвов в Вифлеем вслед за путеводной звездой, встреча волхвов с младенцем и поднесение ему даров, отход волхвов, бегство Иосифа, Марии и младенца в Египет, приказ Ирода и избиение младенцев в Вифлееме (с верхней границей по возрасту до 2 (!) лет включительно), наконец, продолжительная болезнь и смерть Ирода. Реально на проведение всех этих мероприятий должно было потребоваться от 2 до 4 лет, что соответствует рождению Христа в 8–6 гг. до н. э.

В Евангелии от Луки сказано: «2.1. В те дни вышло от кесаря Августа повеление сделать перепись по всей земле. 2.2. Эта перепись была первая в правление Квирина Сириею». По данным древних историков Иосифа Флавия и Тертуллиана, данная перепись населения,

во время которой родился И. Христос, в Иудее проводилась в период 8–7 гг. до н. э.

В этот же год (7 г. до н. э.) в созвездии Рыб произошло тройное соединение Юпитера и Сатурна, — двух ярчайших после Венеры планет, которые в те времена считались «Высочайшими» (т. е. последними в системе мироздания).

Наконец, основатель династии Романовых патриарх Филарет (в миру Фёдор Никитич Романов; 1554–1633) в книге «Чин приходящих от ересей» сформулировал в адрес католиков позицию Русской православной церкви о годе Рождества Христова следующим образом: «... Проклинаю ложное исповедание их и прелестное их летописное указание, яко Господь наш Иисус Христос воплотился не в лето пять тысяч пять сотое» (5500 г. от сотворения мира, т. е. 8 г. до н. э.).

12. Когда, где и как встречать 3-е тысячелетие?

Исходя из всего вышесказанного и перечисленного видно, что прежде чем готовиться встречать 3-е тысячелетие нужно сначала определиться, по какому из действующих календарей будет проводиться это мероприятие, поскольку в общегражданском, астрономическом и христианском смысле это событие происходит в разное время, в разные даты и в разных местах земного шара (!).

В «общегражданском» смысле в соответствии с установленным в настоящее время порядком исчисления поясного времени новая календарная дата и третье тысячелетие «нашей эры» появится одновременно на всей территории России, которая лежит восточнее границы между 10 и 11 часовыми поясами, т. е. на территории Чукотского автономного округа и Камчатской области в момент времени 2001 (Две тысячи первого) года (нашей эры) 01 (января) месяца 01 числа 00 часов 00 минут 00.00 секунд поясного (декретного, зимнего) времени. В тот же момент это событие отметят также жители 12-го часового пояса на Маршалловых островах, о. Фиджи, в Новой Зеландии, о. Окленд и Маккуори. Но жители на о-вах Чатем (Нов. Зеландия), находясь географически в 12-м часовом поясе, живут по собственному («декретному») времени, которое на 12 ч 45 м опережает Всемирное (гринвичское). Так что они встретят новое тысячелетие на три четверти часа раньше всех на земном шаре.

Можно было бы организовать рекордную встречу 3-го тысячелетия в системе поясного времени ещё на 15 минут раньше новозеландцев (т. е. +13 часов от Всемирного времени) у нас на Чукотке, если бы на

территории России был восстановлен 12-й часовой пояс, упразднённый Постановлением Правительства РФ от 08.01.1992 г. № 23 «О порядке исчисления времени на территориях РФ». В приложении, определяющем границы часовых поясов, сказано: «Территории Российской Федерации, расположенные к востоку от границы между 11 и 12 часовыми поясами до границы территориальных вод РФ, относятся к 11 часовому поясу», и поэтому в настоящее время никакая административная территория Российской Федерации на востоке не живет по времени 12 часового пояса, и не существует Чукотского (бывш. Анадырского) времени, а есть Камчатское время 11 часового пояса, которое опережает Московское время на 9 часов и Гринвичское на 12 часов.

Если же рассматривать вопрос о начале суток с астрономической точки зрения, то необходимо иметь в виду следующее. Во всех точках любого земного меридиана начало местных суток происходит одновременно и совпадает с моментом нижней кульминации истинного Солнца (противоположной верхней кульминации, когда Солнце поднимается выше всего). Это явление носит название истинной полуночи. Чем восточнее находится меридиан наблюдателя (т.е. его положение на поверхности Земли), тем раньше у него наступает истинная полночь. Поскольку восточная долгота наблюдателя ограничивается международной линией перемены даты, то с этой точки зрения самой восточной на всей Земле точкой суши является территория России — восточная оконечность о. Ратманова (Большой Диомидов остров) с координатами 191 град. 00 мин. восточной долготы и 65 град. 48 мин. северной широты, а для морского или воздушного наблюдателя — восточная граница территориальных вод РФ на меридиане 191 град. 01 мин. 23 сек. вост. долготы.

Естественно, что в момент истинной полуночи на небе ничего необычного увидеть в буквальном смысле слова нельзя. Однако, желающие именно «увидеть» момент наступления нового тысячелетия могут себе это позволить, если в указанный момент времени будут находиться на линии перемены дат от Южного полюса примерно до Южного полярного круга. Поскольку зимой за Южным полярным кругом Солнце не заходит, то на этой линии полночь будет вполне видна в виде нижней кульминации Солнца (т.е. прохождения Солнца через меридиан Гринвича). Все желающие, кто окажется в полдень 31 декабря 2000 г. на меридиане Гринвича (0 градусов долготы) также вполне смогут увидеть у себя уже верхнюю кульминацию Солнца (истинный полдень) и порадоваться за антарктических и чукотских товарищей, которые новое тысячелетие уже реально встретили.

С точки зрения католического летоисчисления 3-е тысячелетие (т.е. момент времени, когда исполнится ровно 2000 лет от момента Рождества Христова) наступит с первой звездой в ночь на 25 декабря 2000 г. Встречать новое христианское тысячелетие, если быть пунктуально точным, нужно на месте рождения И. Христа — в г. Вифлееме (ныне Израиль).

Для православных христиан 2000 лет И. Христу уже исполнилось в ночь на 25 декабря 1993 г. по церковно-славянскому календарю, что соответствует 7 января 1994 г. общегражданского летоисчисления, и причины для беспокойства в данном случае отсутствуют.

В любом случае 2000 г. является рубежным между тысячелетиями, и можно непрерывно отмечать это событие с декабря 1999 по январь 2001 г. включительно.

Как уже говорилось, все проблемы исчисления моментов времени вызваны тем, что суточный, месячный и годовой интервалы (т.е. периоды обращения тела Земли вокруг своей оси, относительно Луны и Солнца) полностью несоразмерны. Поэтому начало тысячелетия, как весьма продолжительного интервала времени, нецелесообразно привязывать к датам и моментам времени какого-либо из действующих в настоящее время календарей в той или иной местности или конфессии. Как было ранее сказано, абсолютно все (!) цифры и даже понятия, входящие в календарную дату и общегражданское время, за прошедшие 2000 лет многократно изменялись и пересматривались бесчисленными римскими папами, государями императорами и председателями больших и малых совнаркомов в тех или иных сиюминутных или долгосрочных интересах.

Какое отношение к Иисусу Христу и его Рождеству имеет момент времени, определяемый по минутам Хаммурапи, по часам Сталина, по дням Ленина и Григория, по месяцам Цезаря и Августа, по годам Бонифация и Диоклетиана, в каждом месте Земли по своему отдельному времени, да к тому же ещё и с дополнительными «атомными» секундами? По мнению автора, — никакого. «Всё врут календари», — сказал Фамусов и был прав.

Уж если решили на 1-м Вселенском соборе, общепризнанном до сих пор, что И. Христос родился в день зимнего солнцестояния, момент которого является началом астрономического года для всей планеты в целом, то и все последующие локальные административные попытки «подогнать» календари общегражданского назначения под это событие следует воспринимать исключительно как меры по организации быта народонаселения.

Момент начала третьего тысячелетия в данном контексте соответствует моменту зимнего солнцестояния, который приходится на 21 декабря 2000 г. в 13 часов 37 минут Всемирного (16–37 Московского) времени и соответствует Юлианской дате 2451900.0 .

Праздновать его можно в любой точке нашей планеты, ибо нет перед Господом «ни эллина, ни иудея».

Постскриптум 2002 г. Длительные интервалы времени в истории человечества имеют как бы два измерения: астрономическое и историческое; и далеко не всегда эти измерения совпадают друг с другом. Век 19 начался не 1 января 1801 г., когда Пиацци открыл первый астероид в Солнечной системе, а 11 марта 1801 г. — убийством императора Павла 1; 20 век начался 1 августа 1914 г. в день начала 1 мировой войны, а 21 век и 3 тысячелетие — 11 сентября 2001 г.

507. Многие думают, что лето наступает тогда, когда Земля ближе к Солнцу, а зима — когда дальше. Насколько это верно?

См. ответ на вопрос №57, стр. 86.

Глава 10. Вышел месяц из тумана



512. К. Чуковский: «Вот была потом забота за Луной нырять в болото и гвоздями к небесам приколачивать». А и впрямь, может ли Луна на небе остановиться?

Холмс и Ватсон наблюдали вечером Луну и остались ночевать в палатке. Под утро Холмс будит своего приятеля и спрашивает:

«Ватсон, на небе прекрасно видны звёзды, а Луны нет.

Какой логический вывод Вы можете сделать из этого наблюдения?»

Ватсон: «Неужели ночью кто-то украл Луну?»

Холмс: «Нет, Ватсон, — палатку!».

Ещё в 300 г. до н.э. великий древнегреческий математик **Евклид** в книге «Явления» написал, что звёзды жёстко прикреплены к твёрдой небесной сфере, и поэтому «обращение небесной сферы совершается целиком и ни в какое время не изменяет формы и размеров созвездий». Со времён Евклида на протяжении всего древнего мира и средневековья человечество так и воспринимало звёзды, как хрустальные гвоздики, вбитые в «небесную твердь». Даже в системе мира Коперника в качестве внешней границы сохранена «сфера неподвижных звёзд», и только у Джордано Бруно звёзды впервые «обрели свободу».

Этот же образ «прибивания» к небу использовал и замечательный писатель Корней Чуковский. На самом деле Луна, разумеется, никуда не прибита, восходит и заходит на небе вследствие суточного вращения неба и движется в пространстве за счёт собственного орбитального движения. Самым наглядным свидетельством этого являются всем известные фазы Луны, когда она меняет свой видимый образ от тонкого молодого месяца до полной луны, а затем вновь до убывающего и истончающегося серпа. Как всем известно, физическая форма тела Луны при этом никак не меняется, а изменяется угол, под которым она освещается Солнцем и, соответственно, доля её освещённой поверхности. Вращаясь вокруг Земли (точнее, вокруг общего центра масс, находящегося внутри границ тела Земли), Луна перемещается по небу среди звёзд со скоростью $13,176^\circ/\text{сутки}$. Кстати, одним из наиболее красивых и интересных для наблюдения любителями астрономии феноменами является покрытие ярких звёзд Луной, особенно её тёмной частью. По этим наблюдениям, в частности, была не только существенно уточнена орбита Луны, но и восстановлена точная геометрическая форма её тела.

Одна из нетривиальных версий, выдвинутых юными астрономами, звучала так: «Если человек будет перемещаться по Земле с определённой скоростью, то Луна для него будет неподвижна». В принципе такую искусственную «остановку» Луны действительно можно организовать, поскольку скорость перемещения подлунной точки по поверхности Земли составляет около 1600 км/час, что человечеству уже под силу. Практический смысл эта задача имеет при солнечных затмениях, когда самолёты, летящие внутри конуса лунной тени (сверхзвуко-

вые использовать лучше, но дороже), помогают существенно увеличить время наблюдения солнечной короны по сравнению с наземными точками.

Однако есть в движении Луны одна особенность, которая позволяет сказать, что Луна в каком-то смысле «остановилась». Период её вращения вокруг собственной оси точно синхронизован с её орбитальным периодом вокруг Земли, и поэтому Луна всегда повернута к Земле **одной и той же стороной** (см. вопрос № 56, стр. 85).

В этом положении («лицом к Земле») Луна, разумеется, тоже «не гвоздями прибита». Из-за большого эксцентриситета¹⁴ лунной орбиты её расстояние до Земли изменяется в диапазоне от 356400 до 406700 км. Кроме этого, в процессе своего вращения и орбитального движения Луна совершает около положения равновесия небольшие качания собственного тела (т.н. «физическая либрация») на величину 0,02° по долготе с периодом 1 год и на 0,04° по широте с периодом 6 лет.

Приливное действие Луны, в свою очередь, тормозит и вращение Земли вокруг её оси: потеря энергии за счёт этого процесса составляет до $2,6 \cdot 10^{19}$ эрг/с ($1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Дж}$), а земные сутки удлиняются на 0,0015 с за 100 лет. Поэтому при динозаврах сутки были короче, число суток в году — больше (см. также вопрос № 462, стр. 153). За счёт этого увеличивается расстояние от Земли до Луны и период обращения Луны вокруг Земли. Расчёты показывают, что конечной стадией эволюции двойной планеты Земля–Луна может стать устойчивая геосинхронная орбита с периодом 44,8 дней. Этот период будет одновременно и днём (сутками) и месяцем, а Земля и Луна будут вращаться постоянно «лицом друг к другу». (Именно так вращается двойная планета Плутон–Харон.) Плоскость орбиты Луны при этом будет стремиться к плоскости эклиптики. Расстояние до Луны будет составлять около 530000 км, в этом случае на земном небосводе она уменьшится в 1,3 раза и действительно в известном смысле слова «остановится». Она будет висеть в одной и той же части неба с одной стороны Земли, а с другой половины не будет видна вовсе. Однако, к «небесной сфере» Луна и в этом случае не будет «гвоздями прибита», а будет продолжать свое движение на фоне звёзд, хотя и с меньшей скоростью (точнее, для наземного наблюдателя это уже звёзды будут перемещаться относительно Луны, также как и относительно земного горизонта).

¹⁴Про эксцентриситет см. сноску на стр. 253; значение эксцентриситета лунной орбиты периодически меняется в пределах 0,044–0,072.

513. Может ли Луна на небе двигаться в обратную сторону? Как это будет выглядеть?

В обратную сторону по небу (с запада на восток) сама Луна двигаться постоянно никак не сможет. Исключением будут только те периоды, когда Земля уже перестанет совершать полные обороты вокруг своей оси, но ещё будет продолжать качания вокруг положения равновесия «одним боком» к Луне, а Луна будет выписывать при этом на небе весьма «загогулистую» розетку. Однако в общем случае ситуация, когда спутник планеты движется по небу в обратную сторону, не только возможна, но и вполне обычна, особенно для планет-гигантов. Вокруг Земли — это практически все ИСЗ, которые ниже геостационарных и летят на восток (кроме полярных спутников). Обратный спутник есть у Марса — это Фобос, который на высоте 6000 км обращается вокруг Марса с периодом 7 часов 39 минут, т.е. в течение марсианских суток он успеет три раза взойти на западе и зайти на востоке. Юпитер также имеет два ближайших спутника № 15 Адрастея (расстояние $128,98 \cdot 10^3$ км) и № 16 Метис ($127,96 \cdot 10^3$ км), которые имеют орбитальный период около 0,3 суток и обгоняют собственное вращение верхнего слоя облаков Юпитера. У Сатурна вращение верхнего слоя планеты «обгоняет» нижний край его колец. Уран обладает самым большим числом (аж 9!) малых спутников, обгоняющих вращение его самого, но и у Нептуна таких малюток немало — 5 шт.

555. Когда человечество «заглянуло за угол» и увидело обратную сторону Луны?

556. Тем не менее, на атласах Луны, изданных ещё в 19 веке, показаны оба лунных полушария. Как это может быть?

См. стр. 338 (в тексте ответа на вопрос № 1053).

558. На сколько различается звёздная величина Луны в полнолуние и в третьей четверти?

Кратко напомним, что такое звёздная величина небесного объекта (не путать с размерами звёзд!)¹⁵. Исторически ввёл это понятие Гиппарх (125 г. до н. э.) для градации звёзд по их яркости, причём наиболее яркие он называл звёздами 1-й величины, а самым слабым звёздам, ещё видимым невооружённым глазом (а в то время телескопов ещё не

¹⁵ см. также вопрос № 812, стр. 227

было), он присваивал 6-ю звёздную величину. До середины 20 века, пока не начались фотоэлектрические измерения, яркость звёзд и на небе, и на фотопластинках оценивали «на глазок», путём сравнения их друг с другом. При этом для более точного (хотя и субъективного) определения яркости приходилось использовать и нулевые, и дробные значения звёздной величины (обозначается индексом ^m), а для ярких планет — даже и отрицательные.

Особенность всех чувств человеческого восприятия, в том числе и зрения, состоит в том, что получаемое нами впечатление пропорционально не самой величине внешнего воздействия, а его логарифму. После начала инструментальных измерений световых потоков оказалось, что в шкале Гиппарха чувствительность нашего зрения соответствует при шаге на 1^m уменьшению света в 2,5 раза. Более точно звёздная величина сейчас определяется формулой десятичных логарифмов: $\lg(E_2/E_1) = 0,4(m_1 - m_2)$. При этом у двух звёзд, чьи звёздные величины различаются на 5^m, отношение световых потоков составит ровно 100 раз. Поскольку данная шкала относительная, то её нуль-пункт (0^m) определяют, как яркость такой звезды, у которой поток равен 10³ квантов/(см² · с · Å) в зелёном свете (шкала UVV) или 10⁶ квантов/(см² · с) во всём видимом (визуальном) диапазоне света (Å — единица измерения длины (длины волны света в данном случае) Ангстрем, 1 Ангстрем = 10⁻¹⁰ метров). Звезда 0^m за пределами земной атмосферы создаёт освещённость в 2,54 · 10⁻⁶ люкс.

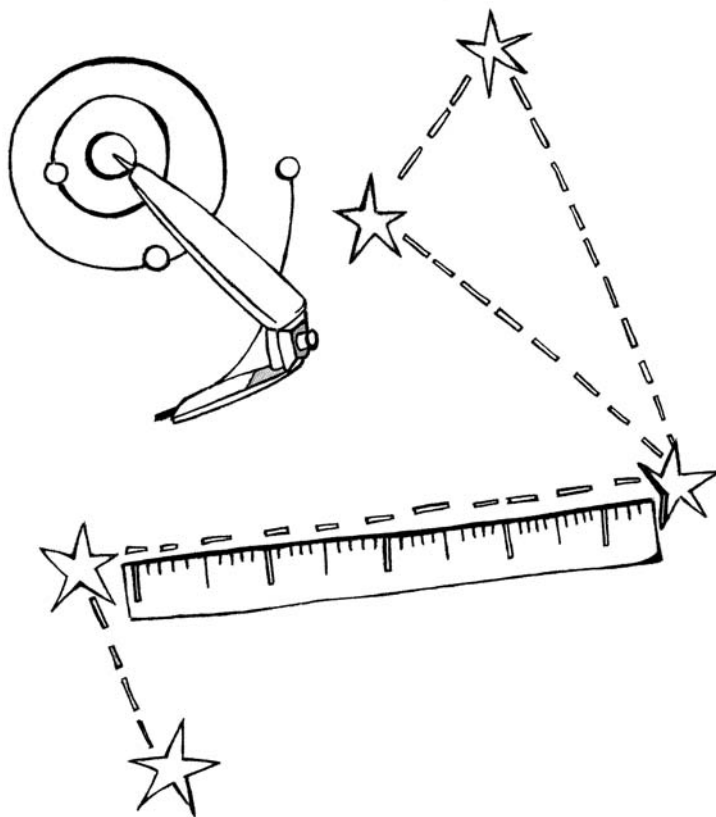
Возвращаясь к Луне, которая является самым ярким объектом на небе после Солнца, скажем, что её видимая звёздная величина в полнолунии составляет $m_V = -12,73^m$, соответственно, она ярче звезды 0^m в 10^{0,4 × 12,73} раз, т. е. в 123 594 раз. Освещённость от полной Луны составит 0,31 люкс вне атмосферы. Около поверхности освещённость полной Луны составит 0,25 лк, и считается, что это минимально достаточный уровень для чтения.

В третьей четверти у Луны освещена Солнцем только одна её половина — левая (Луна похожа на букву «С»). Грубо можно предполагать, что её световой поток при этом вдвое слабее полной фазы, а звёздная величина, соответственно, увеличится на величину $\frac{\lg 2}{0,4} = 0,75^m$.

Многие юные астрономы допускают ошибку, когда думают, что у Луны в четверти (неважно, первой или третьей) освещена 1/4 часть от полной Луны. Четверть — это 1/4 часть периода фаз Луны или, соответственно, её оборота относительно Солнца, но освещена в четверти всё же половина её диска, видимого с Земли.

На самом деле, если быть вполне точным, то за счёт изменения угла освещения поверхность Луны в полнолунии значительно более яркая, т. к. получает прямые солнечные лучи, чем в четверти, когда Солнце освещает её сбоку. Собственно, угол между Солнцем, небесным телом и Землёй и называется фазовым углом α (или фазой) данного тела, а зависимость его яркости от фазы — законом фаз $\varphi(\alpha)$ данного тела. Лунная поверхность сложена мелкой пылью, и особенности её таковы, что при отвесном падении солнечных лучей ($\alpha = 0$) рыхлый лунный грунт отражает свет гораздо лучше, чем при косом падении, поэтому при увеличении угла фазы α закон фаз $\varphi(\alpha)$ очень резко убывает. Так что половинная яркость Луны случается уже при фазе $\alpha = 30^\circ$, четверть яркости от полнолуния происходит при $\alpha = 55^\circ$, а при $\alpha = 90^\circ$ (что, собственно, и есть лунная четверть) Луна на самом деле в 10 раз слабее (!), чем при полной фазе: $\varphi(90^\circ) = 0,089$. Видимая звёздная величина Луны в четверти увеличивается на $2,63^m$ и составляет $m_V = -10,1^m$. В известном смысле можно даже сказать, что Луна отражает свет, как катафот, хотя и очень-очень пыльный (общая доля отражённого Лунной света — всего 7%).

Глава 11. Космография



567. Перечислите зодиакальные созвездия.

См. ответ на вопрос № 569, стр. 179.

569. Круг Зодиака был установлен в Древнем Вавилоне около 40 веков назад (первые упоминания). На сколько за это время зодиакальные созвездия «съехали» со своих прежних мест? Где находилось Солнце во время весеннего равноденствия тогда и где теперь, в 2000 г.?

Прежде всего, целесообразно напомнить разницу между общеупотребительными знаками Зодиака и зодиакальными созвездиями. Как все

помнят, существует 12 знаков Зодиака: Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. Их отсчёт начинается от условной «точки весеннего равноденствия» с Овна, и каждый из них имеет протяжённость на небе ровно 30° . При этом хотелось бы подчеркнуть, что знаки Зодиака отображают шкалу времени и являются, если так можно выразиться, одномерными, или линейными структурами.

Зодиакальные созвездия имеют, естественно, те же имена, что и знаки Зодиака, поскольку именно они свои названия знакам и передали. Однако, первое существенное и малоизвестное отличие заключается в том, что зодиакальных созвездий в настоящее время не 12, а 13 (!). Хотя сами созвездия в человеческой культуре существуют многие тысячелетия, их современные границы, установленные в 1922 г., таковы, что часть своего пути по небу Солнце проходит по «территории» созвездия Змееносца (примерно с 26 ноября по 16 декабря). Забавно, что Солнце при этом в Змееносце «проводит» почти в три раза больше времени, чем в соседнем Скорпионе (!).

Второе существенное отличие созвездий от знаков состоит в том, что созвездия совершенно не равнозначны по размерам (протяжённости) и наличию в них ярких звёзд. Весьма немногие из них, например, Лев и Скорпион, имеют в своём составе достаточно ярких звёзд и очень красивые, легко запоминающиеся конфигурации. Большинство же зодиакальных созвездий, в отличие от созвездий в других частях неба, — наоборот, не ярки и малозаметны на небе.

Наконец, в-третьих, созвездия являются, как это следует из самого названия, конфигурацией определённых звёзд на небесной сфере, и, соответственно, структурой пространственной и двумерной, частью сферы.

Таким образом, созвездия — это реальные астрономические объекты, а знаки Зодиака — абстрактные символы, которые в природе не существуют.

Поскольку Земля вращается вокруг Солнца, то, соответственно, Солнце за год проходит полный круг на небесной сфере. Орбита Земли, к счастью, с достаточной точностью постоянна, поэтому траектория Солнца на небе, называемая эклиптикой, также имеет постоянное положение относительно звёздного неба. Она наклонена относительно полюса мира (и небесного экватора) на угол $23^\circ 26' 21''.448$, поскольку именно на этот угол наклонена ось вращения Земли относительно плоскости её орбиты (средняя эклиптика). Как всем известно, наклон оси Земли является причиной смены сезонов года. Когда Солнце за первую

половину года поднимается над экватором на 23° вверх, в северном полушарии Земли наступает лето, световой день имеет наибольшую продолжительность, и 22 июня наступает летнее солнцестояние. После остановки вверх Солнце за следующие полгода (т. е. полкруга по эклиптике) опускается уже под экватор на те же 23° вниз, наступает зима, и в самый короткий день 22 декабря происходит зимнее солнцестояние. Понятно, сколь существенную и даже жизненно важную роль для человечества всегда имели сезоны, определяющие все природные и сельскохозяйственные циклы и, соответственно, регламентирующие в суровом климате «не-тропиков» борьбу человека за выживание буквально «по дням». Однако достаточно рано человек понял, что дни начала того или иного сезона проще высчитывать не от солнцестояний, а от промежуточных положений Солнца, когда оно пересекает небесный экватор, и продолжительность дня и ночи выравнивается. В эти дни равноденствий скорость приращения продолжительности дня весной и убывания его осенью максимальны, и их проще отследить и относительно звёзд и по счёту дней в году. Самым важным и благодатным временем года всегда считалась весна: период пробуждения природы от зимней спячки (т. е. «воскресение из мёртвых»), поэтому день весеннего равноденствия с эпохи неолита выбирался как начало года. На этом же «пути Солнца» происходят затмения, по нему движутся другие планеты, вокруг эклиптики лежит и «путь Луны».

С самых древних времён люди стремились выделить на небе эти четыре особые точки (равноденствия и солнцестояния). Естественным способом для этого было выделение и запоминание тех характерных групп звёзд, которые в этой области неба находились. Однако, в отличие от Медведицы, Ориона или Лебеда (созвездий вне Зодиака), где образ созвездия, его интерпретация и дальнейшая мифологизация следовали за выдающимся рисунком ярких звёзд, зодиакальные созвездия, особенно слабые, по-видимому, изначально строились, исходя из задачи «разметки» неба и года. Древнейшие человеческие сообщества имели главной целью своего существования усвоение, сохранение и передачу следующим поколениям тех знаний и навыков, которые гарантировали выживание и стабильность. Система «прото-Зодиака» была создана задолго до возникновения письменности. Плиний говорит (кн. 18, гл. 25): «Все наши нынешние знания о небе, полезные для сельского хозяйства, опираются главным образом на наблюдения ... восхода неподвижных звёзд, их захода и четырех важнейших точек: двух Тропиков, или солнцестояний, и двух равноденствий, которые делят год на четыре четверти по различным временам года».

Предполагается, что первоначально в качестве реперов положений Солнца были «созданы» созвездия из т. н. «круга людей». Точка весны отмечалась Близнецами, которые символизировали творение, источник рождения новой жизни, соединение мужского и женского начала, пару Адам-Ева. Лето обозначалось Девой, т. е. днём, светом, женщиной-матерью, плодоносящей природой. На всех изображениях, известных со времён неолита, Дева стоит с колосом в руках (звезда Спика = α Virgo), как символ летнего плодородия. Созвездие осени — Стрелец, т. е. охотник на коне с луком или кентавр. Его цель — Солнце, которое он поражает своей стрелой, и оно «падает» вниз, в тёмный подземный мир. Во время зимнего солнцестояния дневное светило стоит на пороге потустороннего мира, и символом умерших душ в водах загробного мира стали Рыбы, которых на небе всегда было две. Годичный цикл Солнца при этом отображает и весь жизненный цикл человека. Создание такой системы могло произойти между 6000–5000 годами до н. э., в конце неолитической революции, когда люди закончили одомашнивание растений и животных и начали обрабатывать металлы. По-видимому не случайно, что наиболее древние зодиакальные созвездия являются антропоморфными (человекоподобными) и имеют двойную (парную) структуру (брат–сестра, мать–плод, всадник–конь, мёртвые души).

Однако, достаточно давно было замечено, что точки равноденствий на фоне «неподвижных» звёзд постоянно «съезжают», так что Солнце приходит в точку весны каждый раз чуть раньше. Примерно к 4000 г. до н. э. точки равноденствий вышли за пределы «отведённых» для них зон «небесных знаков». К этому же времени древние общества разделились на «царства», в них сформировались такие профессии, как жрецы, и наступила эпоха сооружения храмов и идолопоклонства. Символом весны, возвышения Солнца и мужского плодородия стал Телец-Апис, лета и верховной власти — Лев, он же Царь, осенью Солнце-Осириса «ужалил» Скорпион (т. е. Сет), и зимой в царство мёртвых его сопровождал Водолей. В противопоставление прежнему архаичному «кругу людей» сложился новый «круг зверей», т. е. собственно по-гречески: «Зодиак». В эту эпоху происходит формирование письменности в Шумере (ок. –2700 г.), сооружение монументальных святилищ, вавилонской башни и египетских пирамид (–3000 – –2500 гг.?).

Нетрудно понять, что такие умные, хитрые и сплочённые люди, как жрецы, взяв власть однажды, вовсе не собирались поступаться ею даже через тысячелетия, когда точки солнечных равноденствий из-за перемещения по небу к –2000 г. вновь «выехали» из установленных им

границ. Были успешно подавлены антиидолопоклоннические выступления не только Авраама из Ура (патриарх, ок. —1800 г.), но и самого фараона-солцепоклонника Аменхотепа 4 (Эхнатон, ок. —1400 г.).

Можно предположить, что в то время ещё не всё небо и не вся эклиптика были плотно «застроены» созвездиями, т. е. Зодиак не был полным кругом. По-видимому, можно даже предположить, что ранее существовавший Зодиак из кругов людей и зверей «достроили» поначалу только одним дополнительным созвездием. В имеющееся свободное пространство на небе между Тельцом и Рыбами, исходя из особенностей животноводства того времени и нюансов развернувшейся идеологической борьбы, «встроили» барана под именем «Овен» и назначили его начальником года, что соответствовало реалиям астрономии. Авраам: «Бог усмотрит Себе ягнёнка для всесожжения». Реально первая смена общемировых религий и переход к единобожию смогли произойти только в период —1300 — —800 гг. после пропаганды Моисея, исхода из Египта и создания самостоятельного иудейского государства. Иными словами, на земле Овен сменил Тельца спустя почти 1000 лет после того, как это произошло на «небесном посту № 1».

Наличие 9 зодиакальных созвездий достаточно скоро было признано неудобным, и существовавшее издревле деление эклиптики на четыре сезона было переведено на 12 месяцев. Для этого, помимо Овна, на имевшуюся летнюю вакансию между Близнецами и Львом был встроен неприятный Рак, а на зимнюю — некто козлообразный с рыбьим хвостом (для благообразия названный Козерогом). Не исключено, что помимо создания новых созвездий, в целях «упорядочивания» было произведено и некоторое сокращение прежних мелких созвездий в зоне эклиптики. Особо жуткая история приключилась с точкой осени: **Скорпиону оторвали клешни!**

Первоначально Скорпион на небе протягивал свои клешни почти до ног Девы, и точка осеннего равноденствия по-прежнему находилась в его «ведении». Однако, когда для каждого солнечного месяца нужно было выделить своё, отдельное созвездие, которых должно было быть уже 12, Скорпиона пришлось «разъять» и выделить его клешни в самостоятельное «зодиакальное» созвездие. По-видимому, на протяжении многих веков в разных источниках это созвездие имело два параллельных названия. Птолемей, ссылаясь на Гиппарха, во 2 веке н. э. всё ещё именует его «Клешнями», а у египетских астрономов уже в 3 веке до н. э. появилось созвездие Весов, очень похожее на прибор для взвешивания душ на суде Осириса. Последующие легенды гласят, что окончательно созвездие стало именоваться Весами в честь справедливости и право-

судия императора Августа (это уже в рамках единой империи), хотя звёзды α и β Весов до сих пор называют Южной и Северной Клепнями.

Здесь уместно ещё раз напомнить, что все «вновь подстроенные» созвездия очень слабы и, пользуясь словами первоисточника, «бесвидны». В результате «втискивания» их между уже ранее существовавшими яркими, традиционными созвездиями, они довольствуются минимальной площадью на небесной сфере, и если так можно выразиться, «поджаты».

Тем не менее, с тех пор и поныне зодиакальные созвездия отражают каждый месяц из годового цикла движения Солнца по небу. Законченная система 12 зодиакальных созвездий в Вавилоне известна около —420 г., в Египте наиболее совершенным памятником такого рода является купол, отображающий все созвездия северного неба (т. н. Дендерский зодиак). Впоследствии Зодиак перешёл к грекам (где и получил своё современное название) и сохранился до сего дня.

Спустя ещё примерно 2000 лет, когда процесс «убегания» точек равноденствия из положенных мест вновь повторился, столь сложных проблем уже не возникло. Точки легли на самые древние, широкие и известные зодиакальные созвездия, хотя и в другом порядке: весна — Рыбы, лето — Близнецы, осень — Дева, зима — Стрелец. С учётом накопленного административного и организационного опыта формирование новой мировой религии (христианства) на рубеже нашей эры прошло, что называется «по писаному», а Рыбы стали символом раннего христианства. Сейчас на дворе 2000 г. от Рождества Христова, и относительно скоро точка весеннего равноденствия вновь сменит свой «адрес» на небе, и наступит т. н. «Эпоха Водолея». Возможно, эта астрономическая процедура может иметь забавные общечеловеческие следствия.

История открытий и «переоткрытий» прецессии вращения Земли — одна из наиболее необычных и интересных в астрономии. Все сохранившиеся до настоящих дней первобытные каменные обсерватории были построены и ориентированы по сторонам света именно для наблюдений за движением Солнца и Луны и определения дня равноденствия. Наиболее известный памятник такого рода — Стоунхендж (Солсбери, Великобритания), построенный в несколько этапов в период с 2000 по 1500 гг. до н. э. По-видимому, он является одним из наиболее поздних и совершенных памятников такого рода. В Евразии в целом, и в нашей стране имеются десятки подобных культово-календарных археоастрономических объектов. Строительство вавилонской башни (зиккурат¹⁶

¹⁶ культовое сооружение в виде четырёхгранной пирамиды

в Уре, 3 тысячелетие до н. э.) и египетских пирамид также имело культово-календарное значение. Перемещение точек равноденствий по созвездиям фиксировалось жрецами Вавилона и Египта, и проводимые ими длительные, многовековые астрономические наблюдения позволили установить, что один знак Зодиака точки равноденствия проходят примерно за 2140 лет.

Сейчас это явление известно под названием лунно-солнечной прецессии, и состоит оно в том, что точки равноденствий перемещаются по эклиптике навстречу движению Солнца со скоростью $50''.3879$ в год. Возвращаясь к формулировке самого вопроса, нетрудно подсчитать, что за 40 веков существования Зодиака равноденствия (и созвездия Зодиака с ними) «съехали» почти на 56° (!).

Первое «документированное» упоминание об открытии прецессии содержится в книге Птолемея «Альмагест» (ок. 140 г. н. э.) и приписывается знаменитому греческому астроному-наблюдателю Гиппарху (125 г. до н. э.). Гиппарх, сравнивая наблюдения положений звёзд с ранними греческими наблюдателями за период 265 лет, обнаружил, что: «равноденственные и солнцеворотные точки передвигаются против последовательности знаков зодиака не менее, чем на одну сотую часть градуса в год. . . ».

Впервые Коперник объяснил прецессию, как следствие движения оси вращения Земли в пространстве, а правильную физическую интерпретацию этого явления дал И. Ньютон в 1687 г. Она состоит в том, что форма Земли не точная сфера, а в первом приближении — эллипсоид вращения. Это можно представить таким образом, что на сферическую Землю «надет» дополнительный экваториальный пояс толщиной 21,385 км. Солнце и Луна своими силами притяжения воздействуют на эти внесферические массы. А поскольку они движутся не в плоскости экватора Земли, а по эклиптике и орбите Луны, соответственно, то их притяжение, смещённое от оси вращения Земли, стремится «выровнять» эту ось относительно себя. Как известно из механики, внешние силы, действующие на волчок (гироскоп), заставляют его поворачивать собственную ось вращения относительно направления действия силы. Так и Земля, подобно детской юле, поворачивает под действием Солнца и Луны свою ось вращения в пространстве вокруг полюса эклиптики «по конусу». Наклон оси при этом остаётся почти постоянным (около 23°), а период прецессии (поворота оси) составляет 25784 года.

Между звёзд ось Земли движется по кругу с радиусом 23° со скоростью около 0,5 градуса за 100 лет, и та или иная звезда, по мере прибли-

жения к ней полюса мира, становится «Полярной звездой». В Древнем Египте (5000 лет назад) «Полярной» была звезда α Дракона, в начале нашей эры ярких звёзд у полюса мира вообще не было. В современную эпоху (J2001.5) звезда α Ursa Minor (видимая звёздная величина $m = 2,02$) имеет склонение $\delta = +89^{\circ}16'14''.33$ и отстоит от полюса мира на величину $43'45''.67$. Соответственно, в течении суток она описывает вокруг полюса круг, который почти в 3 раза больше видимого размера Солнца или Луны. Через 2000 лет «Полярной» звездой станет γ Цефея, а через 12000 лет — Вега (α Лyr). Поворот оси вращения Земли вызывает также и поворот плоскости земного экватора, и его проекции — небесного экватора. Соответственно, точки пересечения экватора с эклиптической (т. е. точки равноденствий) «бегут» по эклиптике, а сам Зодиак постоянно «съезжает» со скоростью прецессии.

Многие участники Турнира относили смещение созвездий за счёт эффекта вращения нашей Галактики. Действительно, мы живём в гигантской (около 200 млрд. звёзд) системе, достаточно плоской и видимой на ночном небе в качестве Млечного пути (взгляд «изнутри»). Галактика вращается дифференцированно для разных подсистем, и там, где в плоскости Галактики находится наше Солнце, на расстоянии 10 кпк от центра, скорость вращения её плоской части составляет около 250 км/с. Полный период обращения Солнца вокруг центра Галактики составит около 240 млн. лет, а за 40 веков оно пройдёт около одной стотысячной части круга, или $0^{\circ}.005$. Относительно полная ясность с кинематикой Галактики в целом наступила лишь к 30-м годам 20 века, а первое предположение о движении Солнечной системы в пространстве высказал Брайе в 1742 г.

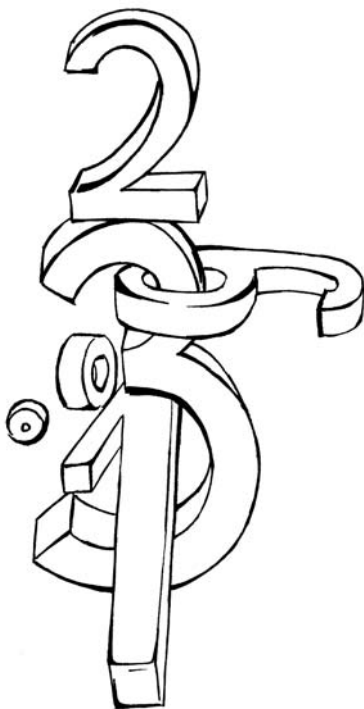
Следующий момент, относящийся к вариантам ответов на данный вопрос, можно привести в формулировке Игоря Покровского: «Движение звёзд вызывает не только перемещение созвездий, но и изменение их видимой формы». Действительно, впервые эффект, называемый собственным движением звёзд, был открыт Э. Галлеем в 1718 году на основе сопоставления координат Сириуса, Альдебарана и Арктура с наблюдениями древнегреческих астрономов. Очевидно, что все звёзды, будучи незакреплёнными в пространстве, движутся. Например, собственная скорость Солнца относительно массива ближайших звёзд составляет 19,7 км/с. Движение звёзд в пространстве отражается на небе в виде их угловых перемещений, которые для ближайших звёзд составляют 1–4 сек. дуги в год. Рекордсменом является т. н. «летающая звезда Барнарда», которая смещается за год на $10''.3$. Нетрудно подсчитать, что за 40 веков она сместится на 11° . Таким образом, за времена

порядка 10 000 лет видимая форма многих созвездий, действительно, может заметно измениться. Тем не менее, для объяснения смещения Зодиака вращение Галактики и собственные движения звёзд явно недостаточны, к тому же вращение Галактики происходит в другой плоскости, чем земной экватор или эклиптика.

Интересно посмотреть, когда же именно «эпоха Водолея» наступит. Точка весеннего равноденствия ($\alpha = 00^{\text{h}} 00^{\text{m}}$) сейчас (J2000.0, 2000 год) находится почти на краю созвездия Рыб; современная граница между Рыбами и Водолеем проходит по линии прямого восхождения ($\alpha = 23^{\text{h}} 28^{\text{m}}$). Таким образом, до границы Водолея точке равноденствия по эклиптике нужно пройти около $08^{\circ}20'$, на что потребуется 595 лет. Точка осеннего равноденствия ($\alpha = 12^{\text{h}} 00^{\text{m}}$) находится на краю созвездия Девы и до границы со Львом ($\alpha = 11^{\text{h}} 37,5^{\text{m}}$) ей остаётся ещё меньше, — всего $06^{\circ}00'$. Осеннее равноденствие уже через 429 лет станет «львиным».

Интересно также упомянуть, что все особенности Зодиака, обсуждавшиеся выше, имеют место только в индоевропейских культурах и цивилизациях, базирующихся на египетских и вавилонских солнечных календарях. Например, древнекитайское небо не имеет зодиакальных созвездий, а содержит 29 «стоянок Луны», отмеченных характерными звёздами, и формирует лунный календарь. Отсутствует Зодиак и в древних американских цивилизациях.

Глава 12. Числа и структуры



596. На флаге какого государства мира изображена двоичная система исчисления?

По поводу двоичной системы возникло, видимо, определённое замешательство. Всего 2 участника правильно ответили на эту часть вопроса, а именно, что она изображена на флаге Кореи. Действительно, в центре корейского флага помещён круг, разделённый на две взаимодополняющие и взаимопроникающие половины «инь» и «ян». Они символизируют вечную борьбу и неразрывное единство двух противоположных начал (сущностей), которые можно выделить в любых явлениях природы. Эти представления лежат в основе философии и религии даосизма, распространённой во всех странах Дальнего Востока, прежде всего в Китае. Кроме центрального символа, по краям корейского флага изображены характерные чёрточки, целые или разделённые пополам по системе (00, 01, 10, 11), что может служить прямым изображением

именно двоичной системы счёта. Более полная система из 64 таких комбинаций из 6 чёрточек содержится в древнекитайской «Книге перемен».

Многие участники указывали на характерных вид флагов США, Греции и Уругвая, фон которых состоит из чередующихся белых и цветных полос (как на матрасе). В некотором приближении их тоже можно принять за изображение меандра или системы вида 01010101...

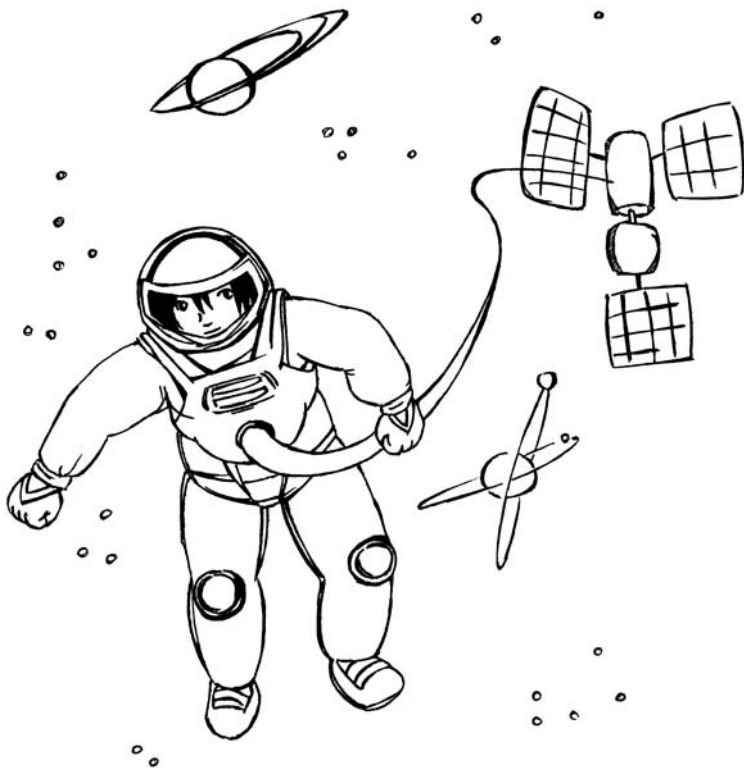
624. Чем знаменито число Погсона 2,512?

$\sqrt[5]{100} = 2,511886432\dots \approx 2,512$ (подробнее смотрите сноску на стр. 93 и соответствующее место в тексте).

625. Почему астрономы часто используют число 206265? Что оно означает?

Это (с точностью до целых) количество угловых секунд в одном радиане. Подробнее см. приложение (стр. 353).

Глава 13. В открытом космосе



630. В космос одинаковым образом запустили два одинаковых спутника: один из них всё излучение поглощает (абсолютно чёрный), а другой — всё отражает (белый или зеркальный). Как они будут отличаться в дальнейшем?

Самым первым (по времени) и самым «наглядным» отличием двух спутников будут их визуальные характеристики. Белый, отражающий лучи Солнца, будет виден в качестве ярко светящейся точки, а чёрный виден не будет (только очень редко, в виде тёмного пятнышка на светлом фоне, например на диске Луны, и только со специальной техникой большого увеличения).

Вторым по значимости станет различие их тепловых режимов. Белый спутник, теряя на излучение собственную энергию и отражая

всю, падающую на него извне, будет охлаждаться. При отсутствии внутренних источников энергии его температура будет постепенно понижаться. Предельно низким значением температуры спутника является не абсолютный нуль температуры ($0\text{ }^{\circ}\text{K} = -273,16\text{ }^{\circ}\text{C}$), как думают многие, а яркостная температура фона реликтового излучения, равная $2,7\text{ }^{\circ}\text{K}$. Реликтовый фон — это излучение, наблюдаемое в радиодиапазоне, которое образовалось на ранних стадиях развития Вселенной (тогда оно было наоборот очень горячим), затем остыло в процессе расширения Вселенной до нынешней температуры и заполняет собой всё пространство. Соответственно, никакой предмет во Вселенной не может остыть до температур ниже реликтового фона без применения специальных технологий сверхнизкого (например, гелиевого) охлаждения («природная» реализация подобных технологий теоретически, конечно, возможна, но ничего похожего пока обнаружено не было).

Чёрный спутник, поглощая падающее излучение, будет нагреваться до тех пор, пока поток его собственного излучения, возрастающего вместе с ростом температуры, не сравняется с приходящим потоком. Это состояние называется тепловым равновесием, и для тел, находящихся в космосе под излучением Солнца на расстоянии орбиты Земли, равновесная температура составляет около $300\text{ }^{\circ}\text{K}$. При этом, солнечная сторона спутника будет нагреваться до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, а теневая сторона — охлаждаться до $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$. На реальных космических объектах для того, чтобы избежать многократных перепадов температур светлой и тёмной стороны, все поверхности спутников и орбитальных станций покрывают специальным чехлом — термозащитой.

Наиболее тонким и долговременным отличием спутников будет различие динамического давления солнечного света. Всякое электромагнитное излучение обладает импульсом, который передаётся при его поглощении на поверхность экрана. Соответственно, чёрный спутник будет получать при поглощении одинарное значение светового импульса (давления света), а зеркальный, — двойное, т. к. импульс света изменится им на противоположный. Это различие в силе светового давления в дальнейшем будет приводить к существенному различию траекторий движения двух спутников, из которых зеркальный спутник будет сильнее отклоняться от Солнца на внешнюю сторону планетной системы. Световое давление наиболее явным образом проявляется на форме кометных хвостов, относя их в сторону, противоположную направлению на Солнце. Одним из перспективных технических направлений полёта космических аппаратов во внешние районы солнечной системы является разработка конструкций т. н. «солнечного паруса».

644. Как изменится скорость спутника, если он начнёт тормозить?

Спутником называется физически связанное тело, естественного или искусственного происхождения, движущееся под действием сил гравитации вокруг центрального тела (планеты или звезды). Торможением спутника называется уменьшение его кинетической энергии за счёт газодинамического сопротивления среды, в которой он движется (внешняя атмосфера планеты или звезды), или придания ему дополнительного импульса, противоположного направлению движения (двигатели торможения). При этом потери кинетической энергии спутника сразу же компенсируются за счёт его потенциальной энергии, т. е. спутник переходит на более «низкую» орбиту, большая полуось которой уменьшается. В соответствии с 3-м законом Кеплера, чем меньше большая полуось орбиты, тем меньше период обращения спутника и больше скорость его движения по орбите. Таким образом, при торможении спутника его линейная скорость движения увеличивается.

645. Пролетая мимо Плутона, космонавт решил немного прогуляться в открытом космосе и заодно почитать вечернюю газету. Сможет ли он это сделать?

Космонавт у Плутона может читать газету и без искусственного освещения.

Как известно, расстояние от Солнца до Плутона в 40 раз больше, чем до Земли. Соответственно, освещённость, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния до Солнца, в открытом космосе около Плутона в $40^2 = 1600$ раз меньше, чем около Земли. Оценим, достаточно ли этого для чтения. При этом будем считать, что минимальный уровень освещённости для чтения соответствует освещённости от полной Луны.

Способ 1. Видимая звёздная величина (логарифмическая шкала яркостей небесных объектов) полной Луны равна -13^m . Видимая звёздная величина Солнца на Земле (без поглощения в атмосфере) составляет -27^m , что на 14 звёздных величин ярче. Разница яркостей на 1 звёздную величину составляет 2,512 раз, на 4 — в 40 раз, на 5 величин — в 100 раз. Соответственно, для земного наблюдателя Солнце ярче Луны на $14 = 5 + 5 + 4$ величин, или в $100 \cdot 100 \cdot 40 = 400\,000$ раз, а около Плутона создаёт примерно в $400\,000/1600 = 250$ раз большую освещённость, чем полная Луна на Земле. Это соответствует ранним

гражданским сумеркам или белым ночам на Земле и вполне достаточно для чтения.

Способ 2. Соотношение освещённостей от Солнца и полной Луны на Земле можно приблизительно оценить и без знания их видимых звёздных величин, поскольку известно, что Луна светит отражённым солнечным светом, а угловые размеры Луны и Солнца совпадают. Для этого Солнце от его действительного размера (радиус 700 тыс. км) увеличим до 150 млн. км, т.е. до радиуса орбиты Земли (но только мысленно!). Поверхностная яркость «раздутого Солнца» уменьшится как квадрат увеличения его радиуса, т.е. в 46 200 раз, Соответственно и Луна, как отражатель света на этом расстоянии от истинного Солнца, во столько же раз получает его меньше. Кроме этого, сама Луна отнюдь не зеркало, а весьма неровное каменистое тело, и отражает всего 7% от падающего на неё света, т.е. в итоге светит слабее Солнца на Земле в 660 000 раз, или в 400 раз слабее, чем Солнце на Плутоне.

Кроме этого, желательно указать в ответе, что для прогулки в открытом космосе около Плутона необходим скафандр со всеми системами жизнеобеспечения космонавта, что газету (бумажную) в свободном полёте разворачивать и читать можно, поскольку нет воздуха и ветра, и что такая газета должна передаваться электронными средствами связи и печататься непосредственно на борту корабля, иначе она через короткое время из «вечерней» станет «вчерашней», а затем и вовсе «исторической». Кстати, время пересылки радиосигнала от Земли до Плутона составляет примерно 5 часов 20 минут.

646. Во время сборки орбитальной станции «Мир»¹⁷ один монтажник бросил другому гаечный ключ, но промахнулся. Какова дальнейшая динамическая судьба ключа, станции и монтажника?

Ключ выходит на новую самостоятельную орбиту вокруг Земли, параметры которой определяются направлением броска, монтажник летит в противоположную сторону с пропорционально меньшей скоростью, станция продолжает свой полёт.

В качестве побочных случаев для данной задачи укажем на ситуацию в сборочном цехе на Земле (в этом случае ключ упадёт на пол, а кто-то из монтажников его подберёт) и внутри станции на орбите

¹⁷Космическая станция «Мир» была выведена на околоземную орбиту 20 февраля 1986 г. и эксплуатировалась до 23 марта 2001 г.; этот вопрос предлагался на Ломоносовском турнире в 1998 году.

(ключ будет плавать в невесомости внутри станции и обо всех стучаться).

Основная ситуация, конечно, предполагает, что это происходит в открытом космосе вне станции, которая, будем считать, движется по круговой орбите вокруг Земли. В соответствии с законом сохранения импульса для системы «ключ–монтажник», оба объекта после броска начнут двигаться в противоположные стороны со скоростями, обратно пропорциональными их массам. При массе ключа 1 кг и скорости броска 5 м/с скорость монтажника относительно станции составит до 5 см/с, что заведомо не превосходит скорости его обычных движений. Станция, очевидно, также продолжит свой плановый полёт. Ключ же выйдет на самостоятельную эллиптическую орбиту вокруг Земли, параметры которой будут зависеть от направления броска.

При броске «вперёд» (по направлению полёта станции) ключ приобретает дополнительную кинетическую энергию и выйдет на более высокую относительно станции (и монтажника) орбиту с несколько большим периодом обращения вокруг Земли, перигей которой будет находится в точке броска, а апогей — через пол-оборота. При броске «назад» орбита ключа будет в целом ниже орбиты станции, период несколько уменьшится, а апогей новой орбиты будет в точке броска. При бросках «вверх» и «вниз» большие полуоси новых орбит ключа будут равны радиусу орбиты станции, а его период равен орбитальному периоду станции, так что ключ будет пол-оборота лететь «выше» станции, а пол-оборота — ниже неё, сближаясь с ней через каждый орбитальный оборот. При бросках «вбок» («вправо» или «влево» относительно направления полёта станции и параллельно поверхности Земли) новая орбита ключа сохраняет прежний радиус и период, но несколько изменяет положение плоскости орбиты, так что ключ «отлетает» от станции «вбок» и возвращается вновь к ней через каждые пол-оборота.

При высоте полёта 300 км над поверхностью Земли станция будет иметь скорость 7,77 км/с и орбитальный период около 90 мин. «Мини-орбита» ключа вокруг станции при таком же периоде составит около 8,6 км в диаметре, и при любых бросках «поперёк» движения станции ключ, описав такую мини-орбиту, возвращается через 45 минут к станции, как бумеранг (монтажники, внимание!). Кроме этого, при бросках «вперёд» или «назад» (с выбранной скоростью броска 5 м/с) орбитальный период ключа относительно периода станции за счёт перехода на более высокую или более низкую орбиту изменится на 0,037% (относительно орбитальной скорости станции), что соответствует дополнительной скорости ключа «вдоль» орбиты станции в 2,9 м/с. За счёт этого

изменения орбитальной скорости, ключ при броске «вперёд» за каждый орбитальный оборот будет отставать от станции на 15,5 км, а при броске «назад» — обгонять её на такую же величину.

Таким образом, траектория ключа относительно станции при броске, например, «вперёд» будет представлять собой вытянутую циклоиду: сначала ключ полетит вперёд по направлению броска со скоростью 5 м/с, затем начнёт тормозить и отклоняться «вверх», через пол-оборота наберёт максимальную высоту над станцией около 5 км и максимальную скорость «назад», затем вновь начнёт «снижаться» и «ускоряться», однако «опустится» на первоначальную орбиту станции, сильно от неё отстав (на 15 км), и больше её уже не догонит, т. к. пойдёт на следующий виток циклоиды¹⁸. Существует некоторая положительная вероятность последующей встречи ключа и станции (следующее после броска сближение на орбите ожидается через 167,5 суток), однако с учётом размеров станции (около 50 м) и существенной неустойчивости реальных орбит, эта вероятность пренебрежимо мала. При броске «назад» ключ летит «назад», «вниз», «сильно вперёд», «вверх», и в итоге за один орбитальный период на 15 км станцию «обгоняет».

Но в любом из рассмотренных случаев монтажник, бросивший ключ, получит строгое должностное взыскание за нарушение техники безопасности монтажных работ, засорение космического пространства посторонними предметами, и, скорее всего, будет списан на Землю.

649. Что такое телескоп Хаббла и какое он имеет значение в астрономии?

Космический телескоп имени Хаббла является совместным проектом Национального аэрокосмического агентства США и Европейского космического агентства. Спутник с этим телескопом (массой более 12 т) был запущен в космос 25 апреля 1990 г. с помощью космического челнока «Дискавери». К сожалению, вследствие технической ошибки первоначально телескоп имел сильную сферическую абберрацию, поэтому в 1993 г. была предпринята успешная миссия по его «ремонту» прямо в космосе: на телескоп был поставлен блок оптической коррекции, после чего его характеристики стали соответствовать плановым значениям. Главный выигрыш, ради которого и стоило «забрасывать» телескоп в космос — отсутствие дрожащей атмосферы (см. конец ответа на вопрос №114, начинающегося со стр. 93) Земли, за счёт этого угловое разреше-

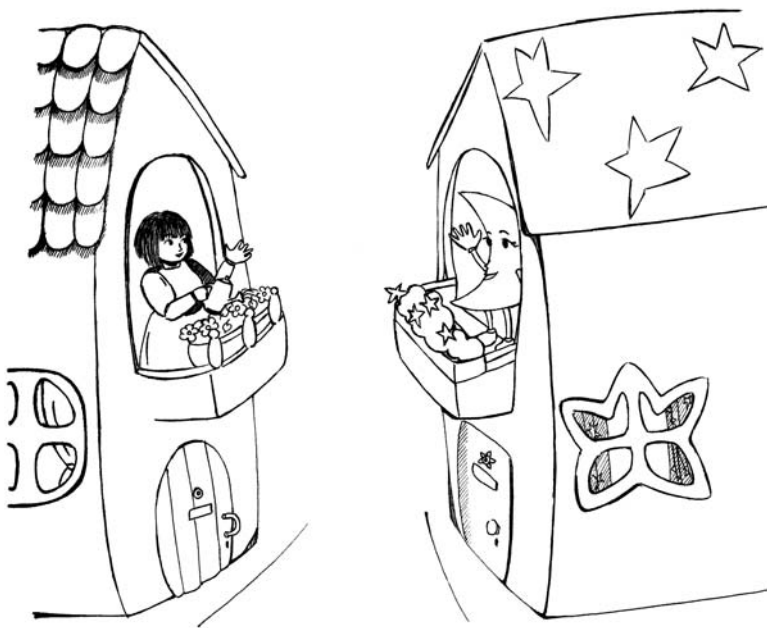
¹⁸Эту разновидность циклоидальных кривых правильнее называть эпитрохойдой.

ние космического телескопа достигает 0,1 угловой секунды — в 10 раз лучше телескопов на Земле.

Хаббловский телескоп получил высококачественные изображения планет Солнечной системы, которые ранее можно было получать только с борта межпланетных станций. Он наблюдал эффекты падения кометы Шумейкера–Леви–9 на Юпитер, сезонные изменения полярной шапки Марса, обнаружил детали на поверхности Плутона. С помощью этого телескопа удалось рассмотреть мельчайшие детали в газопылевых туманностях, там, где рождаются звёзды, обнаружены протопланетные диски около многих молодых звёзд, выбросы газа из активных объектов. По наблюдениям переменных звёзд (цефеид) в других галактиках удалось намного более точно измерить межгалактические расстояния. Наконец, с помощью космического телескопа получены изображения предельно слабых и далёких галактик (до 30 звездной величины), видимых в ранние эпохи их космологической «молодости».

За счёт периодического обслуживания и обновления аппаратуры телескоп Хаббла может существенно превзойти расчётный срок своей работы в 15 лет. По подсчётам, стоимость Хаббловского телескопа превысила все расходы на астрономию всего человечества за всю предшествующую историю.

Глава 14. Наша соседка — Луна



650. Кто притягивает Луну сильнее — Земля или Солнце?

Солнце притягивает Луну почти вдвое сильнее, чем Земля.

659. Почему мы так уверены, что Луна не поворачивается к Земле другой стороной, пусть даже очень-очень медленно? Может быть, в прошлые эпохи на неандертальцев или на динозавров смотрела другая сторона Луны?

См. вопрос № 56, стр. 85.

680. Смогут ли жители лунных поселений наблюдать корону Солнца во время затмений?

Не смогут.

Прежде всего напомним, что на Земле корону Солнца нельзя видеть в любое время из-за рассеянного в земной атмосфере света вокруг солнечного диска, поскольку излучение короны в миллион раз слабее, чем самого Солнца. Во время полного солнечного затмения, когда Луна

полностью закрывает диск Солнца, а размеры пятна лунной тени на поверхности Земли достигают нескольких сотен километров, яркость земного неба в центре полосы затмения может уменьшаться до 10^{-9} от яркости Солнца, и корона на этом фоне становится видимой.

На Луне, как известно, атмосферы нет, нет и рассеяния света. Однако, в обычных условиях, без затмений, прилегающая к диску Солнца корона не будет видна из-за слишком большого перепада яркости (в 10^6 раз). Единственным небесным телом, способным для лунного наблюдателя затмить Солнце, является Земля. Однако, размеры Земли в 3,7 раз больше, чем размеры Луны, соответственно, на лунном небе она будет занимать во столько же раз больше места, чем Луна на земном небе, и закроет не только само Солнце, но и солнечную корону тоже.

Кроме этого, во время солнечного затмения на Луне свет от Солнца преломляется в земной атмосфере и заходит внутрь конуса геометрической тени. Этот преломлённый солнечный свет для земного наблюдателя, который в это время наблюдает лунное затмение, создаёт так называемый «пепельный» или «багровый» цвет Луны, а для лунного наблюдателя образует вокруг тела Земли ярко светящийся ободок земной атмосферы, который также полностью перекрывает свечение солнечной короны.

Единственным случаем, когда с поверхности Луны можно увидеть солнечную корону, являются лунные восходы и заходы Солнца, которые на Луне происходят через полмесяца. Но и при этом, когда диск Солнца находится непосредственно под горизонтом Луны, над ним можно видеть только часть солнечной короны. Таким образом, естественным путём с поверхности Луны никогда нельзя увидеть солнечную корону полностью.

В качестве же самого простого искусственного метода её наблюдения можно предложить закрыть диск Солнца пальцем или каким-нибудь иным, специально приспособленным для этой цели диском.

Глава 15. Планеты.



704. Сколько планет в Солнечной системе?

См. вопрос № 754, страница **205**.

705. У каких планет нет спутников?

Подавляющее большинство планет нашей Солнечной системы имеет спутники. Их численное обилие (по данным 2002 г.) представлено в таблице:

Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
0	0	1	2	16	17	15	8	1

Наиболее обширными семействами обладают планеты-гиганты, причём по мере развития астрономической и космической техники число их спутников за счёт мелких астероидных тел постоянно возрастает. Однако, их спутниками могут быть весьма значительные по размерам небесные тела. Ио, Европа, Ганимед и Каллисто (у Юпитера), Титан (у Сатурна) и Тритон (у Нептуна) своими размерами превосходят даже

планету Плутон. В свою очередь, Плутон, так же как и Земля, представляет из себя по сути двойную планету:

Планета	Расстояние спутника от планеты, 10^3 км	Относительное расстояние, в диаметрах планеты	Масса спутника, 10^{24} г	Отношение масс планета/спутник
Земля—Луна	356,4 – 406,7	30,1	73,5	81,3
Плутон—Харон	19,4	8,6	1,5	10

Спутники Марса (Фобос и Деймос) очень малы, имеют размеры 10–20 км и представляют собой, по-видимому, захваченные астероиды.

Кстати, у самих астероидов тоже бывают спутники! 28 августа 1993 года космический аппарат «Галилей» около астероида № 243 «Ида» (размеры $56 \times 24 \times 21$ км) на расстоянии около 100 км от него обнаружил крошечный, диаметром всего 1,5 км спутник, который получил название «Дактиль».

Так что во всей Солнечной системе только Меркурий и Венера представляют собой «печальное одиночество».

719. Какова максимально возможная на Земле скорость ветра? А на других планетах (Марс, Венера, Юпитер)?

См. ответ на вопрос № 393, стр. 137.

738. Около некоторой звезды есть две планеты: Тумания, полностью покрытая облаками, и Ясния, атмосфера которой полностью прозрачна. Каким образом яснианцы могут измерить вращение Тумании? Каким образом туманцы могут измерить продолжительность своих суток и года, а также установить существование Яснии?

Впервые аналогичная задача была предложена академиком П. Л. Капицей о том, как измерить вращение Венеры, которая полностью закрыта облаками. В данном случае предложена наиболее общая формулировка всех аспектов подобной задачи.

Имеется по крайней мере два способа кардинального решения всех этих проблем. Первый из них — это радиоастрономия и радиолокация. Поскольку любые постоянные облака любой из возможных планет образованы атмосферным аэрозолем, то очевидно, что размеры этих капель

или частиц не могут быть больше 1 мм (более крупные капли дождя или градины не постоянно висят в воздухе, а падают вниз и вырастают за время их свободного падения). Соответственно, они будут преломлять и рассеивать излучение с равными или меньшими длинами волн (в том числе и видимый свет с длиной волны $5500 \text{ \AA} = 0,55 \text{ мкм}$), а излучения с существенно большими длинами волн будут проходить свободно мимо них. Поэтому любые планетные облака становятся прозрачными для радиоволн, начиная с сантиметрового диапазона. Сантиметровый диапазон радиоволн также энергетически выгоден и технически наиболее удобен для создания мощных и узких диаграмм приёма или пучков излучения. Соответственно, создав необходимые технические устройства, туманцы могут приступить к занятиям радиоастрономией и наблюдать на радионебе всё, что им угодно, а яснианцы, производя радиолокацию Тумании, по величине и спектру радиосигнала, отражённого от твёрдой поверхности, определить не только период вращения Тумании, но и характерные особенности её поверхности. Именно так в 1960–70-е годы был определён период вращения Венеры¹⁹, а затем построены подробные рельефные карты её поверхности.

Второй не менее кардинальный способ — это космонавтика. Поскольку ничто не мешает туманцам запускать всевозможные аппараты и телескопы в космос и летать туда самим, они также могут увидеть все, что захотят, выйдя за пределы атмосферы своей планеты. Яснианцы также могут осуществить космическую программу исследований Тумании, аналогичную нашей венерианской программе, и получить все интересующие их сведения непосредственно в атмосфере и на поверхности Тумании. Конечно, нам сейчас, с высот грандиозных достижений нашей науки и техники, всё кажется легко и просто. Однако, во-первых, до этого ещё надо было догадаться и «дорости», а во-вторых, существуют и другие физические принципы решения этой задачи с поверхности Тумании.

Если вспомнить определения инерциальных и неинерциальных систем координат, то нетрудно сообразить, что всякая планета, вращаясь, становится более или менее неинерциальной системой. В таких системах существует масса динамических явлений, явно отличных от инерциальных систем и позволяющих количественно оценить (измерить) величину этой неинерциальности, то есть скорость вращения планеты в пространстве. Прежде всего, наиболее наглядным и простым для измерения эффектом является поворот плоскости движения маятника

¹⁹ 243 земных суток



в зависимости от скорости вращения планеты и широты места наблюдения (т. н. «маятник Фуко»). Также во вращающихся системах координат на все движущиеся тела действует сила инерции (т. н. «сила Кориолиса»), величину которой также можно измерить, например, измеряя отклонение падающих тел от вертикальной линии. Инерционные кориолисовы силы ответственны, например, за эффект подмывания одного из берегов всех рек (в северном полушарии — правого, а в южном — левого). Кроме этого, за счёт вращения планеты изменяется её форма, и по величине её отклонения от сферы также можно оценить скорость вращения планеты (т. н. «эллипсоид вращения»).

Далее, при любой непрозрачности облачной атмосферы (которая носит название «оптическая толща»), исключаяющей получение изображения центральной звезды, суточные вариации излучения, приходящего на поверхность планеты с неба (день/ночь) останутся и могут быть

наблюдаемы, хотя и в существенно ослабленном виде. Степень рассеяния и поглощения света зависит, как было сказано, от длины волны: более короткие диапазоны света будут сильнее поглощены в верхних слоях атмосферы, а в более длинных она будет прозрачнее.

Наконец, на поверхности планеты будут наблюдаться такие экзотические явления, как приливы. Мы на Земле привыкли к лунным приливам, однако далеко не у всех планет есть столь близкие спутники. В отличие от силы тяготения, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния ($1/R^2$), приливная сила является её производной и обратно пропорциональна кубу расстояния ($1/R^3$), поэтому Солнце, например, при равных с Луной угловых размерах и принципиально большей массе вызывает на Земле приливы в 2,5 раза меньшие по амплитуде. Но солнечные приливы вполне наблюдаемы и измеряемы. Аналогично, можно на любой планете наблюдать приливы от центральной звезды и измерять их период (то есть скорость вращения планеты). Теоретически, возможно обнаружение даже взаимных приливов между разными планетами, хотя этот эффект, разумеется, требует очень тонких и точных измерений. Очень малая скорость собственного вращения на Венере вызвана солнечными приливами (сутки на Венере составляют 244 дня и делятся больше (!), чем венераианский год 224 дня), а влияние приливов от Земли вызвало синхронизацию венераианских суток с земным годом таким образом, что Венера, при сближении её с Землёй на орбите, оказывается всегда повернута к Земле одним и тем же «боком».

В заключение целесообразно подчеркнуть, что все инерциальные эффекты на поверхности вращающейся планеты определяется её вращением относительно «неподвижных звёзд», то есть внешней системы координат (такой период вращения называется сидерическим), а суточные эффекты и приливы — вращением относительно звезды или другой планеты (синодический период).

752. Есть ли на других планетах моря и океаны?

753. Могут ли на других планетах возникнуть вулканы?

Вулканы, моря и океаны есть и на планетах Солнечной системы, и могут существовать в иных планетных системах.

Морем (океаном) следует называть объект в поверхностных слоях планетного тела, состоящий из жидкой (квазижидкой) среды и занимающий существенную часть планеты. В известном смысле можно сказать, что практически на всех планетах, т. е. на астрономических телах

с массой более 10^{25} г, моря и океаны существуют или могут существовать, но, разумеется не только из воды H_2O , а также из иных жидких (или полужидких) веществ. Даже по отношению к нормальным звёздам поэтический образ М. В. Ломоносова, сравнившего Солнце с огненным океаном²⁰, имеет право на существование, т. к. движение высокотемпературной плазмы в сильных магнитных полях, что типично для поверхностных слоёв звёзд, имеет сильную турбулентцию и во многом похоже на поведение жидких сред. На всех планетах земной группы имеются моря, образованные разливами жидкой магмы, из которых наиболее известны моря на Луне. На поверхности Марса имеются следы мощных жидких потоков, следовательно, ранее могли существовать и моря (из воды?). Широко известные вулканы на Ио, как предполагают, питаются приповерхностными «морями» из жидкой серы и её соединений. Значительный жидкий слой (из воды?) предполагается под ледяной коркой на Ганимеде. Все планеты-гиганты и их массивные спутники должны иметь жидкие слои, составляющие в некоторых случаях основную часть этих планет и состоящие из метана (CH_4), аммиака (NH_3), водорода (H_2) и иных летучих соединений. Следует также указать, что необходимым условием существования на планете поверхностных немагматических морей является наличие достаточно мощной атмосферы.

Вулканом следует называть явление выброса жидких, полужидких или газообразных веществ на поверхность планетного тела сквозь разломы его твёрдых оболочек, создающее новые формы рельефа. Наиболее известные магматические вулканы находятся на Луне (недействующие), на Венере, самый высокий вулкан солнечной системы — гора Олимп (25 км высоты) — на Марсе. Активно действующие вулканы наблюдались на Ио (из сернистых соединений); на Луне отмечались выбросы газов в центре кратеров. Большое Красное пятно Юпитера, по-видимому, может быть связано с выбросом потока вещества из глубинных слоёв планеты. В качестве минимально предельного случая «вулкана» можно рассматривать газовые струи, бьющие сквозь поверхностную корку на ядрах комет, как это наблюдалось для ядер комет Галлея в 1986 году и Хейла-Боппа в 1997 году.

²⁰См. стихотворение на стр. 34

754. Может ли в Солнечной системе существовать 2000 планет? Могут ли планеты быть на произвольном расстоянии? Может ли измениться их порядок?

755. Случайно ли расположены планеты?

Действительно, а сколько же планет в нашей Солнечной системе? Пожалуй, начнём с того, что с древнейших времён человечество знало 7 планет, или сфер (ср.: «быть на седьмом небе»). Ближайшей к Земле считалась сфера Луны; отсюда пошло выражение «подлунный мир». Относительно расположения сфер других близких планет были некоторые споры. Птолемей (см. «Альмагест», кн. IX, гл. 1, ок. 140 г. н. э.) считал, что сфера Солнца разделяет те планеты, которые всегда движутся около него, т. е. «нижние» планеты (Меркурий и Венера), и те, которые могут находиться на любом от него расстоянии, т. е. «верхние» планеты (Марс, Юпитер и Сатурн).

В системе мира Коперника («Об обращении небесных сфер», 1543 г.) число планет уменьшилось до 6. Солнце «пошло на повышение» и стало центральной звездой нашей системы. Луну, напротив, «разжаловали» до статуса спутника Земли. Саму Землю также «понижили в должности», и из центра мироздания она стала всего лишь планетой № 3.

По мере развития телескопической техники были открыты ещё 3 планеты: 13 марта 1781 г. Вильям Гершель открыл Уран; 23 сентября 1846 г. Галле «по наводке» Урбен Леверье обнаружил Нептун, а 18 февраля 1930 г. Томбо по вычислениям Ловелла и Пикеринга «поймал» Плутон. В течение 18–19 вв. были многочисленные попытки обнаружить ещё одну планету между Солнцем и Меркурием, даже имя ей подготовили заранее: «Вулкан»; но, увы... Таким образом, на момент проведения 23-го Турнира Ломоносова 01 октября 2000 г. в Солнечной системе было известно 9 «больших» планет. Я не случайно указываю точную дату (01.10.2000 г.), т. к. далее будет приведена информация о «10-й планете», поступившая в декабре 2000 г.

Вопрос о порядке расположения планет и закономерности их расстояний от Солнца также издревле волновал учёных. Системы мира Птолемея и Коперника определяли только их качественный порядок, но не давали каких-либо количественных оценок. Иоганн Кеплер в 1595 г. в своей первой книге «Введение в трактат о мире, содержащее в себе тайну Вселенной» («Космографическая тайна») сделал попытку объяснить наблюдаемые расстояния до планет. Он предположил, что расстояния между орбитами задаются всего пятью правильными многогранниками, известными в геометрии: от тетраэдра и куба до октаэдра.

В 1766 г. немецкий астроном Иоганн Тициус указал на определённую числовую закономерность в размерах планетных орбит, а в 1772 г. Иоганн Боде выдвинул гипотезу о существовании неизвестной планеты между орбитами Марса и Юпитера. Несмотря на организованную с 1796 г. целенаправленную «охоту» за новой планетой, 01 января 1801 г., в первый же день нового века, итальянский астроном Пиацци случайно обнаружил объект, который впоследствии был назван Церера и размер которого всего 755 км. Этим было положено начало открытиям «малых планет» или астероидов.

Правило планетных расстояний, известное как закон Тициуса–Боде, действительно весьма удовлетворительно объясняет зависимость радиусов орбит планет. Формула этого закона: $R = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$, где n — номер планеты, R — расстояние от Солнца до этой планеты в астрономических единицах (см. таблицу).

Таким образом, по крайней мере относительно больших планет можно точно утверждать, что они не могут находиться на произвольных расстояниях от Солнца; радиусы их орбит подчиняются геометрической прогрессии закона Тициуса–Боде (ЗТБ).

Что касается малых планет, то их общее число сейчас²¹ превышает уже 12 000, из которых около 8000 имеют определённые орбиты и постоянные обозначения, и большинство их орбит расположено в «поясе астероидов» от 2,2 до 3,6 астрономических единиц (а. е.)²².

Планета	Номер по ЗТБ	ЗТБ, а. е.	Истинное расстояние, а. е.	Погрешность, %
Меркурий	$-\infty$	0,4	0,387	3,3
Венера	0	0,7	0,723	3,2
Земля	1	1,0	1,000	0
Марс	2	1,6	1,524	5,0
Церера	3	2,8	2,768	1,2
Юпитер	4	5,2	5,203	0,1
Сатурн	5	10,0	9,539	4,8
Уран	6	19,6	19,19	2,1
Нептун	7	38,8	30,07	29,0
Плутон	8	77,2	39,52	95,3

После открытия Гершелем Урана доверие астрономов к ЗТБ упрочилось; этот закон стимулировал поиски и открытия первых астероидов.

²¹ текст был написан в 2000 году

²² 1 астрономическая единица = $1,495989 \cdot 10^{11}$ м (радиус орбиты Земли)

Прямая заслуга ЗТБ и в открытии Нептуна, поскольку на нём основывались расчёты Леверье орбиты искомой планеты. Интересно отметить, что и системы спутников большинства планет-гигантов также демонстрируют геометрическую прогрессию орбит, которая во многих случаях помогала открытиям последующих неизвестных объектов.

Однако, нельзя пройти мимо и ряда отклонений от этого закона. Первым из них и наиболее очевидным является отсутствие большой планеты в поясе астероидов. Этот факт, а также ошибки, которые ЗТБ дает для Марса и Сатурна, следует, по-видимому, объяснять значительными приливными воздействиями их соседа — гиганта Юпитера. Наиболее очевидными являются расхождения для Нептуна и Плутона. В известном смысле можно даже говорить, что оба они претендуют на позицию № 7 (38 а. е. по ЗТБ).

Как известно, орбита Плутона резко отличается от орбит других планет нашей системы. Он имеет наклон орбиты более 17° , в то время как все остальные планеты-гиганты меньше $2,5^\circ$, а эксцентриситет орбиты 0,250 (почти в 5 раз больше, чем у Юпитера, Сатурна и Урана). За счёт этого орбита Плутона настолько вытянута, что достаточно большая её часть лежит «внутри» орбиты Нептуна. Этот «непорядок» продолжался целых 20 последних лет с 1979 по 1999 г. В 1989 г. Плутон проходил перигелий и находился при этом на расстоянии от Солнца всего 29,58 а. е., что на 33 млн. км (!) меньше, чем перигелий Нептуна (29,80 а. е.). Так что Плутон — это единственная большая планета нашей системы, которая меняет порядок планет на «законных основаниях».

Физическим объяснением действия ЗТБ (для солнечной системы в целом и для систем спутников планет) могут служить приливные эффекты между гравитирующими протопланетными частицами и телами. В космогонических теориях, рассматривающих эволюцию протопланетного газопылевого облака, найдены такие решения, в которых от центрального тела (прото-Солнца, протопланеты-гиганта) развиваются спиральные возмущения плотности, перерастающие затем в кольцевые зоны аккреции вещества, расстояния между которыми составляют геометрическую прогрессию. Как образно выразилась Моросанова Маша: «Планеты во время их образования расположились наилучшим образом». Соответственно, орбиту Нептуна можно рассматривать как границу зоны, где такие кольцевые структуры могли выделиться, и на месте которых затем могли образоваться регулярные большие планеты. Плутон и все последующие тела дальше него находятся в зоне нерегулярного планетообразования, по-видимому, ещё не завершённого. Поэтому для Плутона и дальше закон Тициуса–Боде не действует.

Обескураживающая орбита Плутона, а также последующее открытие факта его двойственности (в 1978 г. оказалось, что это двойная система сравнимых по размеру тел Плутон–Харон) породило даже дискуссии о статусе Плутона в нашей системе. Стоит ли считать его действительно большой планетой № 9, или всего лишь самым большим транснептуновым телом, так сказать «недо-планетой»? Но, к счастью, Плутон устоял, и планет у нас осталось-таки 9 шт.

Интересное замечание приводит в своей работе Александр Алексеев: «Маловероятно возникновение 2000 центров концентрации вещества при процессе планетообразования, т. к. малые центры концентрации слились бы с большими». Действительно, по оценкам ряда работ, процесс формирования планет из газопылевого диска проходил очень быстро, просто лавинообразно. Уже через 40 млн. лет после распада диска на кольца скорость выпадения вещества на протопланету № 3 составляла около 15 млрд. тонн в час, так что ещё через 60 млн. лет Земля уже набрала почти полностью свою нынешнюю массу. От общего срока жизни нашей планетной системы в 4,5 млрд. лет процесс формирования планетных тел земной группы занял всего около 1% времени.

Дальше Плутона расположен т. н. «пояс Койпера», в котором находятся «остатки» протопланетного облака в виде многочисленных мелких тел типа астероидов или ядер комет. Они представляют собой сгустки пыли и замёрзших газов, размерами до десятков (сотен?) км, которые ещё никогда не объединялись в тела планетного типа. К настоящему моменту обнаружено около 200 таких трансплутоновых тел.

Малые планеты гораздо более свободны в выборе своих орбит, которые покрывают почти всю нашу систему. Однако, и для них существуют определённые «правила планетного движения». Астероиды не могут находиться на т. н. «запрещённых» орбитах, периоды вращения по которым находятся в целочисленных²³ соотношениях с периодом обращения Юпитера (например: $4/3$, $3/2$, $7/3$, $5/2$, $3/1$, $10/3$ и т. д.). Масса Юпитера настолько большая, что даже у далёких астероидов, взаимное расположение которых с ним будет регулярно повторяться, за счёт приливного воздействия отклонения в пространстве будут суммироваться и накапливаться; рано или поздно такой астероид «раскачается» и будет

²³Строго говоря, имеется в виду, что отношение периода обращения астероида вокруг Солнца к периоду обращения Юпитера вокруг Солнца (11,86 лет) не может совпадать или отличаться незначительно от какой-нибудь дроби с небольшим числителем и небольшим знаменателем. Слова «незначительно» и «небольшим» в данном контексте условны — чем больше отличие, числитель и знаменатель дроби, тем менее выражен эффект «запрещённых» орбит для данной орбиты.

«выброшен» со своей прежней орбиты. Если расположить все астероиды по возрастанию их орбит, то чётко будут видны те области, в которых они просто отсутствуют, т. н. щели или «люки Кирквуда».

С учётом малых планет вопрос об общем числе планет в нашей системе заходит в тупик. Очевидно, что чем меньшего размера астероиды мы сможем разглядеть, тем большее их число мы увидим:

Размер, км	500	150	50	15	5	2	1
Оценка числа	1	25	150	2000	5000	20000	70000

Общее число всех астероидов оценивается в 70 000 штук., а тела с размерами менее 1 км выделяются в следующий класс «метеороидов». Общая масса всех астероидов оценивается в 0,1 % массы Земли. К счастью, 97 % всех астероидов далеко от нас и расположены между 2,1 и 3,6 а. е.

Как пишет в своей работе Марина Витлина: «Планеты в Солнечной системе расположены как раз так, чтобы не особо притягиваться к другим». Это не совсем так, ибо планеты всегда, в силу закона всемирного тяготения притягиваются друг к другу, и друг на друга влияют. Другое дело, что система больших планет изначально образовывалась как единый ансамбль, и мы можем питать надежду, что этот ансамбль обладает достаточной устойчивостью во времени, раз наша система уже просуществовала 4,5 млрд. лет и не рассыпалась. По расчётам, орбиты планет совершают небольшие «качания» вокруг своих устойчивых положений, так сказать «не выходя за рамки приличий». Примерами же взаимного влияния планет остаются факт отсутствия планеты № 5 «Фаэтон», который из-за гравитационного воздействия Юпитера так и не сложился в единое целое, и явные гравитационные резонансы (согласования) периодов собственного вращения и орбитального движения, которые демонстрируют Меркурий и Венера (см. вопрос № 462, стр. 153). Однако следует сказать, что проблема устойчивости нашей планетной системы в целом и возможных гравитационных захватов и катастрофических «перестановок» планет пока далека от своего окончательного разрешения.

04 декабря 2000 г. поступило сообщение, что за орбитой Плутона обнаружено некоторое тело (индекс 2000WR106), имеющее абсолютную звёздную величину 3,5^m и находящееся на расстоянии 43 а. е. от Солнца. Это означает, что в зависимости от величины его альбеда (т. е. отражательной способности поверхности), оно может иметь размеры от 600 до 1200 км в диаметре. Поскольку большинство трансплутоновых тел достаточно тёмные, скорее всего, данный объект действительно имеет

размер более 1000 км, что делает его кандидатом на звание «планеты №10». Астрономы теперь будут внимательно следить за этим «кандидатом в планеты», чтобы определить точно его орбиту и размеры. После этого ему будет присвоен постоянный номер члена солнечной системы, а затем, по-видимому, развернётся некоторая дискуссия о том, каким же именем его назвать.

Глава 16. Кометы, астероиды и прочая космическая мелочь



761. Почему кометы называют «видимое ничто»?

762. Вы решили попутешествовать по Солнечной системе и для этого сели верхом на комету Галлея. Опишите Ваши дальнейшие впечатления.

У некоторых участников конкурса с самого начала возник совершенно справедливый вопрос: а можно ли вообще на это самое ядро сесть, да ещё верхом? Очевидно, что аналогии с пушечным ядром, на котором в своё время с таким блеском восседал барон Мюнхаузен, в данном случае несколько неуместны. Многие верно указывали фактические **размеры ядра** кометы Галлея, которые были определены в ходе космического эксперимента «ВЕГА». Это был первый в истории человечества случай, когда миссиями СССР, Европы и Японии непосредственно наблюдалось ядро кометы. По результатам съёмки советских космических аппаратов, ядро имеет весьма неправильную форму (как говорят сами исследователи, оно похоже на стоптанный башмак) и размеры 16×8 км. Это примерно две Джомолунгмы вместе по объёму или вся Москва по площади поверхности. Так что сесть «верхом» на этот объект будет весьма непросто.

Видимый горизонт на поверхности ядра будет достаточно близким — в среднем около 150 м, однако его поверхность крайне неровная. Помимо собственной неправильной формы, на поверхности ядра имеются кратеры размером от километра и меньше, образовавшиеся, по-видимому, при столкновениях с другими обломками ядер комет, метеороидов, или из-за взрывов собственных газов. Очевидно, что на меньших масштабах, в сотни и десятки метров, поверхность ядра будет крайне изрытой, и приятный пикник тут вряд ли получится. (Из работ: «Путешествие не будет особенно комфортабельным».)

Закончив геометрические рассуждения, перейдём к **физическому взгляду** на ядро кометы Галлея. Масса ядра оценивается в $6 \cdot 10^{17}$ г, или на 10 порядков меньше, чем у Земли ($M_3 = 6 \cdot 10^{27}$ г). Ускорение свободного падения составит $0,16 \text{ см/с}^2$ (в 6000 раз меньше земного), а первая космическая скорость у ядра кометы Галлея — около 2 м/с. Это значит, что плавно поводя руками, можно любые предметы запускать в качестве спутников в космос. Прыгать на ядре также не рекомендуется. Во-первых, запросто слететь можно, а во-вторых, провалиться.

Про ядро известно также, что оно вращается вокруг своего центра тяжести и малой оси с периодом около 53 часов. На дальнем кончике ядра с учётом большего расстояния от центра (10 км) космонавт массой 100 кг будет весить всего около 4 г (пакетик чая + кусочек сахара), а его линейная скорость за счёт вращения ядра составит 0,3 м/с, так что центробежное ускорение ещё на 10% уменьшит его «вес».

Ядра комет в основном состоят из льда (H_2O), сухого льда (CO_2), замёрзших газов (метан, аммиак и др.), с включением космической пыли и каменистого материала. Плотность ядра кометы может составлять около 1 г/см^3 в центре и до $0,5 \text{ г/см}^3$ вблизи поверхности, что на Земле соответствует смеси снега со шлаком. Наиболее употребительным образом, которым астрономы характеризуют внешний вид ядер комет, служит подтаявший сугроб, покрытый коркой грязи. По мере испарения с поверхности кометы лёгких газов, более тугоплавкие минеральные и органические вещества спекаются и образуют пористую корку. По расчётам, на поверхности комет, не подходящих к Солнцу ближе 2 а. е., улетающий материал замёрзших газов замещается пористыми корками-матрицами с плотностью $0,01\text{--}0,001 \text{ г/см}^3$. Она пропускает выходящие газы, но при этом очень рыхлая и непрочная, так что попытка «сесть верхом» на комету может напоминать скорее прогулку по густому лесу после обильного снегопада: всё время проваливаешься, и за шиворот падает. А если войти в контакт с кометой с некоторой скоростью, то не исключено, что можно и глубоко в неё «зарыться».

Совершенно очевидно, что никакой **атмосферы** вокруг ядра большую часть времени жизни кометы нет, так что, рассчитывая на круиз, нужно непременно запастись всеми системами жизнеобеспечения, предусмотренными для открытого космоса: скафандр с обогревом и защитой от космических лучей, запасы пищи и воды, прочие удобства и т. п. Припасы, кроме того, потребуются надолго, а точнее, на всю жизнь.

«Покопавшись» в ядре и устроившись на нём по возможности удобнее, самое время вспомнить, что комета не стоит же на одном месте, а **несётся** по Солнечной системе — именно потому мы и выбрали её в качестве транспортного средства. В перигелии (ближайшей к Солнцу точке орбиты) комета отстоит от него всего на 0,58 а. е. (86768000 км), т. е. ближе к нашему светилу, чем Венера (0,72 а. е.) и почти вдвое ближе, чем Земля (1 а. е. или 149597900 км). В этот момент в соответствии с законами Кеплера комета развивает свою максимальную скорость — 54,5 км/с, стремясь побыстрее убежать от жарких объятий. При этом она умудряется двигаться на 14% быстрее самого быстрого бога Меркурия (!). Запаса кинетической энергии ей хватает, чтобы улететь на максимальное расстояние 35,32 а. е., где она может уже не спеша прогуливаться тихим шагом 0,9 км/с (в 5 раз медленнее Плутона). Большую часть своей жизни комета прохладждается на окраинах, но каждые 76,1 лет появляется во всём своём блеске во «внутренних покоях». Человечество уже 30 раз, начиная с 240 г. до н. э. и до последнего прилёта в 1986 г., любовалось этим удивительнейшим феноменом природы, хотя и со смешанными чувствами.

Многие участники Турнира описывали свои гипотетические впечатления, как мелькание проносящихся мимо звёзд и планет, свистящий ветер, манёвры кометы с ускорениями и резкими поворотами «туда-сюда». К счастью, всё обстоит проще и обыденнее. («Расстояние между мной и космическими телами изменялось довольно медленно».) Несмотря на значительные перемещения в пространстве, внешний вид звёздного неба не изменится и остается вполне таким же, как и на Земле (правда, параллаксы звёзд увеличатся в 30 раз, но даже для Проксимы Центавра он составит всего около 20 угловых секунд). В ушах никакой ветер свистеть не будет: когда космонавты выходят в открытый космос, они тоже движутся вместе с Землей со скоростью 30 км/с, так у них же ничего не свистит. Резко поворачивать и мотаться из стороны в сторону комета также не будет: все тела, движущиеся в поле тяготения, находятся в состоянии динамической невесомости, т. е. «свободно» падают.

Принципиальной особенностью именно кометы Галлея является **наклонение плоскости её орбиты** к эклиптике (плоскости, в которой лежит орбита Земли), составляющее 162° . Это означает, во-первых, что комета движется в противоположном направлении относительно всех прочих планет Солнечной системы, т.е. является «обратной» по своему орбитальному вращению. А во-вторых, комета путешествует под углом 18° ($180^\circ - 162^\circ = 18^\circ$) от плоскости орбиты Земли. В результате, восходящий узел её орбиты (т.е. точка пересечения эклиптики в верхнюю полусферу) находится на расстоянии 1,81 а.е. от Солнца (т.е. за орбитой Марса), затем комета «подлетает» вверх над эклиптикой на 0,17 а.е., где проходит свой перигелий, затем снижается и вновь пересекает эклиптику на расстоянии 0,85 а.е. (не доходя орбиты Земли), и летит дальше, всё вниз и вниз, пока не опустится в афелии до 9,99 а.е.

Здесь хотелось бы обратить внимание на ошибку, которую допустило абсолютное большинство участников. Почти все описывали своё захватывающее путешествие, как турне по планетам Солнечной системы: прилетел туда, полетел сюда, увидел то, посмотрел это. Но дело в том, что за счёт наклонения орбиты к плоскости эклиптики, где большинство планет обретаются, комета никогда **не** приближается к планетам-гигантам, и на почтительном расстоянии проходит от внутренних планет. (Митюшина Е.: «все планеты мне увидеть не удалось, т.к. у них орбиты под разным наклоном».) Рекордное сближение кометы Галлея состоялось 11 апреля 837 г., когда она подошла к Земле на дистанцию 0,04 а.е. (примерно в 10 раз дальше Луны). Её (кометы) блеск тогда составил $-3,5^m$ (почти как Венера), а хвост раскинулся по небу на 97° . При этом франкский император Людовик 1 Кроткий (он же Благочестивый, 778–840 гг.) со словами: «Господь указывает мне, что я должен готовиться к смерти», раздал своё королевство детям. Но это так, к слову.

Представить себе внешний вид нашей Солнечной системы, глядя на неё с кометы Галлея, можно таким образом. Выберите ровную площадку. Положите на неё белую бусинку от булавки диаметром 1,5 мм (это примерно диаметр кончика шариковой ручки). Затем возьмите две маковые крупинки вдесятеро меньшего размера (0,15 мм), покрасьте их в жёлтый и оранжевый цвет, и положите их на расстоянии 80 см и 1,4 м от бусинки, соответственно. Теперь Вы можете отойти от центральной бусинки на расстояние 5,2 м и полюбоваться моделью планетной системы (это, соответственно, Солнце, Юпитер и Сатурн), как она видна из афелия кометы в масштабе 10^{-12} . Только это будет «вид снизу», поскольку возвышение уровня глаз на 1,5 м соответствует

нахождению кометы на 10 а. е. ниже плоскости эклиптики. Наша Земля в данной модели будет соответствовать голубой пылинке размером 10 микрон на расстоянии 15 см от бусинки-«Солнца». Минимально возможное расстояние от кометы до Юпитера в средней части орбиты составляет около 1,5 а. е., что в 3 раза ближе, чем с Земли, но всё равно очень далеко. («Там и смотреть не на что, всё как обычно».)

Понятно, почему комета Галлея и другие долгопериодические кометы не могут сближаться с планетами-гигантами — для них такое сближение будет означать сильное гравитационное возмущение и потерю орбиты. Это и происходит нередко с короткопериодическими кометами, которые путешествуют в плоскости эклиптики среди планетных орбит, но недолго (по космическим меркам). Более того, именно на примере возвращения кометы Галлея в 1759 г., предсказанного самим Галлеем ещё в 1704 г., впервые в истории астрономии Алексис Клеро (1713–1765) предвычислил точный момент очередного прохождения перигелия с учётом гравитационных возмущений от Юпитера и Сатурна: задержка кометы составила тогда 586 дней (!) от даты, указанной Галлеем.

При наибольшем удалении кометы диск Солнца будет иметь видимый размер всего около $1'$, что примерно соответствует разрешению человеческого глаза. Однако эта «точка» всё равно останется очень яркой: -19^m , хотя и в 1250 раз слабее, чем земное солнце, но зато в 250 раз ярче, чем земная луна.

Когда комета Галлея прилетает во внутреннюю часть Солнечной системы, вид планет не принципиально отличается от того, который мы можем наблюдать на земном небосводе. Например, в 1910 г. и Венера и Земля прошли сквозь хвост кометы Галлея, имея минимальное расстояние от неё 0,1 а. е и 0,15 а. е соответственно. Но, даже в этом случае, их видимые (с кометы) угловые размеры не превышали 3 угловых минут. Во время тесного сближения 837 г. Земля с кометы имела размер около $7'$ — треть лунного диска. Так что из всех объектов с кометы можно хорошо полюбоваться, пожалуй, только Солнцем — в перигелии оно с кометы вдвое больше, чем с Земли, — целый градус в поперечнике! Однако же приближение кометы к Солнцу влечёт за собой её **нагрев** и все те процессы, которые и создают из маленького голенького ядра собственно комету с огромной головой и колоссальным хвостом.

Во время 30-го возвращения кометы Галлея астрономы с нетерпением её ждали, точно вычислили её орбиту и заранее стали выискивать на небе среди слабых звёзд с помощью самых мощных телескопов. Комету удалось впервые «переоткрыть» 16.10.1982 г. в виде точеч-

ного объекта 25^m — это была рекордно слабая наблюдавшаяся комета. Тогда думали, что ядро кометы отражает примерно половину падающего на него света. Сейчас, после встречи аппаратов «Вега» с ядром, нам известно, насколько ядро кометы Галлея «пыльное и грязное» — его альbedo (доля отражённого света) всего около 4%, за счёт пористой и рыхлой корки. Это самый «тёмный» объект в Солнечной системе! В момент её повторного обнаружения комета находилась далеко за Сатурном, на расстоянии 11,04 а.е от Солнца, и тогда было видно именно само ядро — газовой оболочки вокруг него, скорее всего, ещё не было. В глубинах космоса ядро кометы хорошо заморожено — оно имеет температуру около -260°C и спит «мёртвым» сном, но по мере приближения к Солнцу температура ядра начинает постепенно повышаться.

Некоторые более «молодые» кометы могут испаряться и на больших расстояниях: например, комета Шустера 1975 на расстоянии в 10 а.е имела хвост 75 000 км. У кометы Галлея существенное испарение льдов ядра начинается после Юпитера, примерно с расстояния 4,5 а.е, когда температура поверхности ядра повышается до -140°C . Льды в результате т.н. процесса возгонки испаряются сразу в газ, без жидкой фазы (для существования жидкости необходимо значительное внешнее давление, а у кометы его вовсе нет). Сначала испаряются лёгкие фракции, затем углекислота и вода. Комета «парит». (Старов Дмитрий: «из поверхности вырывается пар и куски льда».) Когда напор испаряющихся газов становится больше, они начинают поднимать и уносить в космическое пространство клубы пыли. («Стекло скафандра покрылось пылью»). По мере приближения к Солнцу тихие струйки газа превращаются в мощные гейзеры, разрывающие корку ядра, а потом под поверхностью начинаются форменные взрывы (как взрываются перегретые паровые котлы). Эти струи газа хорошо видны на снимках космических аппаратов «Вега» и «Джотто».

Аналогичные выбросы газа из ядра наблюдались при максимальном сближении с Землёй кометы Хейла-Боппа в феврале-марте 1997 г. За счёт вращения ядра создавалось впечатление, будто в центре комы кто-то машет брандсбойдом, пуская струю газа и пыли длиной с земной шар. Отлетающий газ образовывал при этом несколько концентрических расширяющихся оболочек в центральной части комы. (Иванов Алексей: «комета находится в газообразном состоянии, поэтому мы не сможем сесть на неё верхом».)

С помощью уравнений, которые описывают испарение вещества с поверхности ядер комет, астрономы определяют изменение формы и

массы ядер комет. На исторической памяти человечества комета Галлея совершила 30 оборотов вокруг Солнца, и за это время по расчётам потеряла 6% своей массы, а размеры её ядра уменьшились на 200 м. Возвращаясь к нашему космонавту-путешественнику, трудно представить себе, каким образом он сможет «усидеть» на ядре кометы. Ведь оно не только фонтанирует во все стороны, но с ядра то и дело отрываются и улетают значительные куски поверхности: за одно прохождение мимо Солнца с ядра «слетает» слой вещества толщиной в десятки метров. Это примерно тоже самое, что пытаться усидеть на извергающемся вулкане. (Манин Дмитрий: «начнутся извержения газов, и меня может сбросить в открытый космос».)

Более близкая к Солнцу комета Энке, которая с момента её открытия совершила уже 65 оборотов вокруг Солнца, потеряла за это время 85% своей первоначальной массы. Выброшенное с ядра кометы вещество продолжает самостоятельный полёт в виде мелких обломков и сопутствующего метеорного роя.

Газы кометы светятся под действием излучения Солнца, а поднятая ими пыль отражает и рассеивает солнечный свет. Основной вклад в излучение вносит молекула C_2 . Газо-пылевая кома имеет типичный размер 100 000 км, хотя бывают совершенно гигантские кометы, например, комета 1811 г. с головой втрое больше орбиты Луны. Большие кометы теряют в секунду до 10^{30} молекул (около 30 тонн), которые разлетаются со скоростью около 1 км/с. Средняя плотность молекул возле поверхности ядра при этом может достигать 10^{12} см^{-3} (у поверхности Земли: $2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$). Суммарная яркость излучения, создаваемого комой на поверхности ядра, примерно соответствует яркости Луны на нашем небе, или яркости сумеречного неба после захода солнца. (Очередько Андрей: «светло даже на обратной стороне — отражение от кометного хвоста».) Так что наш наблюдатель, сидя на ядре кометы, скорее всего сможет разглядеть только само Солнце, а все остальные планеты, и тем более звёзды, для него «потонут» в облаках пыли. («Ничего не видно — туман»).

Но и это ещё не все «радости», поджидающие нашего горе-путешественника. Самым впечатляющим процессом в жизни комет являются довольно частые **развалы их ядер** на несколько частей. Деление ядра наблюдалось более чем у 25 комет. (Елистратова Ксения: «путешествие на комете окажется плачевным: в конце концов она растает».) Самыми красивыми из делящихся комет были комета Биэлы 1846, единственная из всех, наблюдавшаяся двойной при двух последовательных прилётах, и комета Веста в 1976 г., ядро которой сначала разделилось

на 4 фрагмента, а затем она наблюдалась в виде тройной кометы. Как предполагают, ядро кометы Галлея также испытало деление во время своего предпоследнего прилёта в 1910 г.; об этом свидетельствуют резкие и сильные колебания её яркости. Современная компьютерная обработка фотоизображения от 31.05.1910 г. выявила в ядре 3–4 фрагмента, расстояние между которыми оценивается в 40'', что соответствует примерно 4400 км. Не исключено, что столь странная форма ядра, наблюдавшаяся в последний пролёт 1986 г., обусловлена делением в прошлый раз. Тем более интересно будет посмотреть, в каком виде ядро прилетит к нам в следующий раз, в 2062 г.

770. Почему для поиска комет нельзя «разгонять» увеличение телескопа?

См. ответ на вопрос № 1035, стр. 324.

776. Как отличить метеорит от простого «земного» камня?

Самым тривиальным вариантом ответа, до которого, однако, догадались очень немногие, является такой: наблюдать метеорит в полёте, поскольку простые земные камни, как правило, не летают. Кстати, это обстоятельство (полёт метеорита) прямо следует из самого названия, т. к. «meteo» означает атмосферу, а «meteorit», — это предмет воздушного происхождения, упавший из воздуха, с неба. Метеориты (точнее, метеороиды) — это входящие в атмосферу Земли тела космического происхождения достаточно широкого диапазона масс (от единиц грамм до сотен тонн), из которых наиболее мелкие могут полностью сгореть в атмосфере (это метеоры), а более крупные — достигнуть поверхности Земли (собственно метеориты). Скорость вхождения метеороида в атмосферу составляет от 11 до 72 км/с. При такой скорости за счёт ударов молекул воздуха поверхность метеороида начинает нагреваться, расплавляться, дробиться и испаряться. Температура в метеорной коме (нагретом воздухе рядом с метеороидом) в зависимости от скорости его движения может достигать от 4000 до 15 000 градусов. Из-за малой теплопроводности большинства метеороидов, нагревается и расплавляется только поверхностный слой толщиной 1–2 мм.

За счёт высокой скорости движения метеороид создает в воздухе ударную волну, порождающие сильные звуковые эффекты, а раскалённая метеорная кома видна в качестве ярко светящегося и быстро перемещающегося объекта на небе (так называемый «болид»); так что падения

крупных метеоритов невольно привлекают внимание оказавшихся при этом свидетелей. После факта падения на землю метеороид становится метеоритом. Только метеориты, наблюдавшиеся в полёте и подобранные непосредственно после него, принимаются во внимание для последующего определения числа метеоритов различных типов. Если же метеорит обнаружен случайно, т. е. является «находкой», то у железных метеоритов в этом случае, естественно, намного больше шансов быть подобранными, чем у каменных. Однако, на поверхности любого найденного метеорита можно увидеть прежде всего так называемую «кору плавления» толщиной 1–2 мм, которой нет у камней земного происхождения. Кроме этого, неравномерность разрушения в потоке воздуха приводит к образованию на поверхности метеорита характерных ямок — каверн с размерами до 2–10% от самого метеорита. Большую определённости может дать анализ внутренней структуры метеорита. Железные метеориты, составляющие около 6% от общего числа метеоритов, более точно можно определить, если отпилить и отшлифовать часть тела, а затем протравить его кислотой. На шлифе проявятся характерные линейчатые узоры, которые носят название «видманштеттеновых фигур» по имени их открывателя²⁴. Эти узоры возникают из-за того, что железные метеориты, состоящие на 98% из никелистого железа, расслаиваются на кристаллические решётки из двух фракций с низким и высоким содержанием никеля. Такое строение встречается только у тел космического происхождения.

Каменные метеориты, составляющие подавляющее большинство в 92%, как правило, состоят в своём объёме из округлых зёрен, размером до 1 см, которые называются «хондрами», а данный тип метеоритов — каменными хондритами. Хондры в земных каменных породах также не встречаются. Наиболее тонкими методами установления космической природы того или иного «заподозренного» камня или куска железа является химический анализ на его элементный и изотопный состав. Весьма нетривиальной, но в принципе справедливой версией ответа является утверждение одного из авторов работ о том, что у метеорита (находки) будет больше бактерий на поверхности, чем внутри.

²⁴ А. Видманштетген (1754–1849), открытие сделано в 1808 г.

Глава 17. Открылась бездна, звёзд полна



778. Какие созвездия на небе самые древние? Знаете ли Вы, почему их так называли?

Трудно сказать, наделяли ли именами красивые конфигурации ярких звёзд Адам и библейские праотцы. Древнейшие тексты с упоминанием созвездий датируются второй половиной второго тысячелетия до н. э. Возможно, самый древний из известных — старовавилонский текст (1700 г. до н. э.). Это текст молитвы к звёздным богам. Упоминаемые созвездия — участники мифов (месячные мифы, в соответствии с лунным циклом). Очевидно, первыми в этой связи обратили на себя внимание околополярные созвездия, в первую очередь Большая Медведица и Полярная звезда в Малой Медведице, т. к. вращение неба происходит вокруг оси, проходящей вблизи Полярной звезды. Эти созвездия первыми получили устойчивые названия (на мифологической основе), которые, в большинстве случаев, не связаны с современными, навевными более поздними эпохами (античность, средневековье, эпоха географических открытий).

См. также ответ на вопрос № 569, стр. 179.

779. Сколько звёзд имеют собственные наименования? Сколько Вы можете назвать?

См. ответ на вопрос № 1053, стр. 331, а также стр. 335.

787. Какое созвездие занимает на небе больше всего места?

Приведём данные о нескольких самых больших созвездиях:

Название		Сокращение	α	δ	Площадь, кв. град.
Гидра	Hydra	Hy	10	−20	1303
Дева	Virgo	Vir	13	0	1294
Большая Медведица	Ursa Major	UMa	11	+50	1280
Кит	Cetus	Cet	2	−10	1231
Геркулес	Hercules	Her	17	+30	1225

791. Говорят, что звёзды — это точки. А можно ли рассмотреть поверхность звезды?

См. ответ на вопрос № 114, стр. 93, а также № 813, стр. 228.

800. На флагах каких стран можно увидеть созвездия? Какие страны (а их очень много!) имеют на своих флагах иную астрономическую символику?

К сожалению, многие участники Турнира всё-таки путали созвездия и «звёздочки»: первое — это изображения (более или менее правдоподобные) реально наблюдаемых конфигураций звёзд на небе, а второе — условные наборы разного числа геометрических символов, прямого отношения к небу не имеющих.

Созвездия изображены на флагах всего нескольких стран мира. Наиболее «богатая» россыпь представлена на флаге Бразилии, где изображено целое небесное полушарие. Созвездие Южный Крест включено в государственные флаги южных английских доминионов: Австралии и Новой Зеландии. По соседству ещё три государства имеют его на своём флаге: Папуа Новая Гвинея, Самоа и Микронезия. Наконец, интересно упомянуть и такое известное и красивое созвездие, как Большая Медведица; оно тоже поместилось на флаге, правда не совсем государства, а всего лишь одного из штатов США — Аляска.

Самых разнообразных «звёздочек» на флагах действительно очень много. Например, 1 звезде имеют следующие страны: Вьетнам, Изра-

иль, Иордания, КНДР, Гана, Буркина-Фасо, Гвинея-Бисау, Джибути, Зимбабве, Камерун, Либерия, Марокко, Мозамбик, Сенегал, Сомали, Того, ЦАР, Эфиопия, Куба, Суринам, Чили, Маршалловы острова, Науру. Несколько звёзд поместились на флагах государств: Босния и Герцеговина, Словения, Ирак, Китай, Мьянма, Сирия, Таджикистан, Бурунди, Кабо-Верде, ДР Конго, Сан-Томе и Принсипи, Гондурас, Гренада, Доминика, Панама, Сент Китс Невис, США, Венесуэла, Соломоновы острова, Тувалу.

«Иная астрономическая символика» — это, конечно, прежде всего Солнце, которое можно увидеть на следующих флагах: Македония, Бангладеш, Индия, Казахстан, Киргизия, Лаос, Япония, Намибия, Нигер, Аргентина, Уругвай, Палау; а Солнце в компании со звёздами — на флаге Филиппин. На флагах некоторых стран изображён восход солнца: Малави, Антигуа и Барбуда, Карибати.

В странах мусульманского мира на государственных флагах традиционно присутствует полумесяц, как символ ислама. Причём наблюдаются и определённые особенности в его положении, например, он может быть изображён стоймя (Мальдивы), или наклонно (Пакистан), наконец, лёжа (Мавритания, Непал; но это уже скорее ложе Будды, чем символ ислама). Месяц на флагах присутствует и в компании со звёздами: например, с одной (Турция, Азербайджан, Алжир, Тунис, Малайзия), или с несколькими, причём стоймя (Сингапур, Узбекистан).

Наверное жаль, что ни одно государство мира не поместило на свой флаг никаких изображений редких астрономических объектов, например, комет. Но зато эрудиты среди турломовцев не забыли упомянуть даже свастику — древнейший (более 5000 лет) символ Солнца и смены времён года, — символ, присутствовавший во всех индоевропейских культурах.

802. Леонардо да Винчи обнаружил, что если смотреть через тонкое отверстие (например, булавочное), поднесённое близко к глазу, то звёзды видны без обычных лучей. Почему так?

См. конец ответа на вопрос №114 (стр. 93).

810. Если к нашему Солнцу добавить ещё одно такое же (изнутри), что будет? А ещё одно? А ещё?

Прежде всего необходимо заметить, что данный вопрос предполагает мысленный эксперимент, поскольку любые реальные процессы взаи-

модействия звёзд с окружающей средой и друг с другом происходят, естественно, только с поверхности. Однако, здесь мы не будем касаться возмущений поверхностных слоёв звезды.

Главным параметром, определяющим все внешние характеристики звезды (температуру, цвет, светимость, радиус), является масса звезды. Таким образом, смысл данного вопроса сводится к тем изменениям, которые влечёт за собой увеличение массы звезды, например нашего Солнца.

Солнце относится к «главной последовательности» звёзд, которые родились из протозвёздного газа-пылевого облака и внутри которых в условиях плазменной среды происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий. Звёзды, существующие на главной последовательности, находятся в первой, наиболее спокойной стадии своей эволюции, и их видимые параметры достаточно плавно изменяются при изменении их массы. В таблице приведены изменения поверхностной температуры, спектрального класса, радиуса, светимости и времени жизни (на главной последовательности) для звёзд с массами 1, 2, 3 и 4 массы Солнца.

Масса, ед. Солнца	Темпе- ратура, градусы К	Спектральный класс / цвет	Радиус, ед. Солнца	Свети- мость, ед. Солнца	Время жизни, лет
1	5900	G5 / жёлтый	1	1	10 000 000 000
2	8200	A5 / желтоватый	1,7	14	600 000 000
3	12500	A0 / белёсый	2,4	54	200 000 000
4	14000	B8 / белый	3,0	120	100 000 000

Даже на этом примере хорошо видны основные зависимости: при увеличении массы несколько увеличивается радиус звезды, меняется её цвет от жёлтого к белому (а затем и до голубого), увеличивается температура её поверхности, и очень резко возрастает её светимость. Более массивные звёзды при больших температурах активнее сжигают водород, ярче светят, но зато и меньше живут.

В дальнейшем массивные звёзды «распухают», увеличиваясь в размерах до красных гигантов, а затем взрываются, как сверхновые звёзды. Что касается нашего Солнца, то оно также покраснеет и раздуется в размерах примерно до орбиты Юпитера. Однако, это произойдёт очень не скоро, — примерно через 6 миллиардов лет.

Для нас, жителей Земли, любое увеличение массы Солнца приведёт к двум крайне неприятным последствиям. Во-первых, резко уменьшатся орбиты всех планет, и они станут ближе к Солнцу. А во-вторых,

увеличение его яркости приведёт к катастрофическому увеличению температуры на поверхности планет, потере всех океанов и атмосферы, и невозможности продолжения жизни на Земле в её нынешних формах.

811. Все звёзды мы видим потому, что они очень горячие (поверхность Солнца — около 6000 К) и ярко светятся. Между тем, на звёздах обнаруживают различные химические элементы, и даже некоторые молекулы, по их тёмным спектральным линиям. Откуда возникают эти тёмные линии? Могут ли в звезде атомы разных химических элементов иметь разные температуры?

Как известно, звёздами называют пространственно и физически обособленные космические объекты, светящиеся за счёт собственных внутренних источников энергии. Как правило, звёзды имеют массу в диапазоне от 0,1 до 100 масс Солнца ($M_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{33}$ г). В данном вопросе рассматриваются т. н. «нормальные» звёзды. В отличие от сжимающихся протозвёзд или вырожденных состояний остывающих звёзд на поздних стадиях эволюции, «нормальные» звёзды светятся за счёт термоядерных реакций синтеза гелия из водорода.

Большую часть всей массы видимой Вселенной в целом, и отдельных звёзд в частности, составляет водород (77,4 %) и гелий (20,8 %). Все другие химические элементы (1,8 % по массе) встречаются в значительно меньших количествах; их миллионные доли по массе следующие:

6	7	8	10	11	12	13	14	16	18	20	24	25	26	28
C	N	O	Ne	Na	Mg	Al	Si	S	Ar	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni
3800	930	8500	1500	40	740	66	810	460	110	72	19	15	1400	81

Пропущенные в таблице химические элементы Li, Be, B, F, P, Cl, K, Sc, Ti, V, Co и все последующие имеют обилие ещё меньше. В целом обилие химических элементов заметно снижается при увеличении их порядкового номера (т. е. при увеличении массы их ядра A от 1 до 100) в среднем в 1 000 000 000 раз.

Тем не менее, некоторые звёзды проявляют удивительные особенности своего состава. В атмосферах ряда звёзд обнаружены атомы технеция (Tc), который нестабилен, или бария (Ba). Это может объясняться тем, что на поздних стадиях эволюции звёзд они более активно перемешиваются, и на поверхность выходят продукты ядерных реакций из выгоревшего ядра. В составе тесных двойных систем наблюдаются звёзды с повышенным содержанием металлов, т. н. «металлические»

звёзды (класс Am). В звёздах класса C («углеродные» звёзды) обнаружено повышенное содержание тяжёлого изотопа ^{13}C , относительное содержание которого достигает 0,25 при нормальном обилии около 0,01. Подобное «обогащение» возможно в зоне протекания ядерных реакций углеродного цикла.

Наиболее загадочной для ядерной астрофизики является звезда 3 Сеп А. Она содержит гелий в количестве всего 2,3 % от водорода, причём на 84 % это редкий изотоп ^3He . На этой звезде фосфора в 100 раз выше нормы, галлия — в 8000 раз, криптона — в 1300 раз, но зато кислорода меньше нормы в 6 раз.

Разумеется, вещество звёзд недоступно для непосредственного изучения, за исключением межпланетного солнечного ветра. Единственным способом определения их свойств является изобретённый И. Ньютоном спектральный анализ, т. е. разложение приходящего электромагнитного излучения в спектр в зависимости от длины волны и измерение его интенсивности. Атомы любого химического элемента, находясь в свободном состоянии, имеют строго определённую структуру электронных оболочек (энергетических уровней) вокруг ядра, поэтому электроны, переходящие с одного уровня на другой, излучают (или поглощают) кванты света также со строго определённой длиной волны. В спектре эти кванты будут проявляться на данной длине волны в виде увеличения яркости (линии излучения), либо, если атомы поглощают свет — в виде тёмных линий поглощения. Измеряя положение, интенсивность, ширину и форму спектральных линий, можно не только установить наличие определённых атомов или молекул на данном объекте, но и определить скорость движения объекта, его температуру, химический состав, и даже его вращение и величину магнитного поля. Не будет преувеличением сказать, что абсолютное большинство наших современных знаний об астрономических объектах мы имеем только благодаря изобретению спектрального анализа.

Как справедливо замечали некоторые участники Турнира, отдельный атом может иметь определённую скорость, т. е. кинетическую энергию, но понятие температуры по отношению к одному атому не имеет смысла. Температурой может характеризоваться только статически значимый ансамбль частиц, т. е. температуру может иметь определённое тело (или часть тела), и температура есть мера кинетической энергии атомов этого тела. По мере увеличения плотности вещества в звезде, атомы чаще сталкиваются друг с другом, обмениваются энергией и при этом температура выравнивается. При достаточно плотном состоянии вещество находится в условиях, как говорят, локального тер-

модинамического равновесия. Поэтому понятно, что атомы даже разных химических элементов не могут характеризоваться разными температурами (специальные случаи, называемые неравновесными состояниями, мы сейчас рассматривать не будем).

На видимой поверхности Солнца, в т. н. фотосфере плотность частиц достигает 10^{17} в 1 см^3 , температура около 6000 К , давление — $0,1 \text{ атм}$. Вещество Солнца представляет из себя частично ионизованную плазму — смесь нейтрального водорода, ионизованных атомов металлов и свободных электронов. В этих условиях взаимодействие атомов и искажения их внешних электронных оболочек становятся настолько сильными, что спектральные линии уже размываются, кванты света многократно поглощаются и вновь переизлучаются, а само вещество становится за счёт этого непрозрачным. Толщина фотосферы, излучающей весь видимый свет Солнца, очень мала — всего около 180 км , т. е. $1/3000$ часть солнечного радиуса. При этом фотосфера светит не в спектральных линиях, как отдельные атомы, а за счёт многократных обменов квантами света — как единое нагретое тело. Такое излучение в физике называется излучением абсолютно чёрного тела.

Нетрудно понять, что поскольку все звёзды являются не твёрдыми телами, а газовыми (плазменными) шарами, то для обеспечения их устойчивости температура должна существенно увеличиваться с глубиной. Действительно, в центральной части Солнца, где идут термоядерные реакции, температура достигает 15 млн. градусов , а плотность вещества в 150 раз выше плотности воды. На половине радиуса Солнца температура $3\,000\,000 \text{ К}$, на радиусе $0,98$ — уже $10\,000 \text{ К}$. После фотосферы, где кванты света уже могут двигаться относительно свободно, температура уменьшается дальше и на высоте около 500 км достигает своего минимального значения около 4200 К .

В этой области, называемой хромосферой Солнца, свободные атомы могут поглощать часть идущего снизу излучения в своих спектральных линиях, а затем переизлучать их во всех направлениях. За счёт этого механизма атомного рассеяния в спектре Солнца (и других звёзд) образуются тёмные линии. Впервые в 1814 г. австрийский физик Йозеф фон Фраунгофер наблюдал около 500 таких тёмных линий. Сейчас известны десятки тысяч фраунгоферовых линий. Наиболее сильные из них излучаются ионами H(I) , Mg(I) , Na(I) , Fe(I) , Ca(II) (H^+ , Mg^+ , Na^+ , Fe^+ , Ca^{2+}) и др.

В солнечных пятнах (которые также являются областями с пониженной температурой) наблюдаются линии молекул, например: OH , NH , CH , CN , CO , MgH , O_2 , C_2 , TiO и др. В атмосферах звёзд

более поздних классов, у которых температура поверхности опускается до 2000–3000 К, молекулы весьма многочисленны и разнообразны. Поэтому звезды класса М часто называют «кислородными», а класса R и N — «углеродными» звёздами. Во внешних слоях относительно холодных углеродных звёзд могут встречаться даже многоатомные органические молекулы (HCN, C₃N, HC₃N, CH₄) и углерод в виде угольной сажи. Можно даже сказать, что такие звезды сильно «коптят».

812. Все звёзды очень разнообразные: бывают красные и голубые гиганты, жёлтые и коричневые карлики, и всякие другие. Отчего это зависит?

Как известно, любая звезда (по крайней мере те, что находятся на «главной последовательности», и гиганты), представляет собой раскалённый газовый шар. Точнее говоря, звезда — это плазменный шар, поскольку все атомы в звёздах находятся в той или иной степени ионизации. В недрах звёзд идут термоядерные реакции превращения ядер водорода в ядра гелия, и при этом высвобождается энергия около 6 Мэв/нуклон. Силы гравитации стремятся сжать всё вещество звезды в точку, а термодинамическое давление горячей плазмы и световое давление поднимающегося излучения удерживают звезду в равновесии.

При этом все видимые параметры звезды (её температура, радиус, светимость, цвет) определяются по сути одним параметром, — массой того вещества из первоначального газо-пылевого облака, которая, собравшись в один объём, образовала данную звезду. Массы звёзд могут варьироваться от 0,01 до 100 масс Солнца, и при этом естественно, что маленькие и большие звёзды будут очень разными.

Масса звезды определяет не только её размер, что можно интуитивно ожидать (чем массивнее звезда, тем её радиус больше), но также и температуру и давление в центре звезды, а соответственно и скорость термоядерных реакций в ней. Поэтому более массивные звёзды горячее, они ярче светят, но зато и быстрее расходуют свои запасы «топлива». Пример зависимости параметров звезды от её массы приведён в таблице (все параметры в единицах Солнца, температура в градусах, время жизни — в годах):

Масса	Радиус	Температура, °K	Цвет	Светимость	Время жизни, лет
0,1	0,11	2600	Тёмно-красный	0,001	1 000 000 000 000
0,8	0,85	5200	Жёлтый	0,4	150 000 000 000
7	3,9	15400	Белый	830	30 000 000
60	14	44000	Голубой	790000	3 000 000

Из таблицы видно, в частности, как резко с увеличением массы увеличивается светимость звёзд и падает их время жизни.

813. Бывают ли зелёные, сиреневые, или, например, пятнисто-полосатые звёзды?

Ограничения на возможные цвета звёзд требуют некоторого пояснения. Дело в том, что все звёзды светят, во-первых, собственным внутренним светом (а не как планеты — отражённым), а во вторых, звёзды светят как «абсолютно чёрные тела» (не надо путать с телами, покрашенными чёрной краской). Абсолютно чёрное тело — это физическая модель тела, которое поглощает все кванты излучения, падающие на него, а излучает в свою очередь свет равномерно в виде непрерывного спектра, без каких-либо спектральных линий. Спектр излучения такого тела описывается «кривой Планка», имеющей максимум в некоторой области длин волн, и уменьшающейся как в сторону длинных волн (инфракрасное и радиоизлучение), так и в сторону коротких волн (ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение). Известно также, что максимум излучения зависит от температуры тела и смещается в сторону более коротких волн при его нагревании (закон Вина). Поэтому максимум излучения звёзд при повышении их температуры смещается от инфракрасной области через видимый свет к ультрафиолетовому, а их видимое излучение имеет либо красный избыток и более тёмное, либо голубой избыток и более яркое. Цвета звёзд изменяются при этом в следующей последовательности: коричневый, тёмно-красный, красный, оранжевый, жёлтый, белый, голубой.

Отличие от 7 цветов обычной радуги (красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый) состоит в том, что радуга сама является спектральным разложением только видимого диапазона света (см. вопрос № 4, стр. 76), и её цвета представляют собой очень узкие спектральные полосы. Поскольку звёзды светить в узких полосах не могут, то соответственно и не бывает звёзд ни зелёных, ни сиреневых, ни каких-либо иных цветов, образованных из цветов радуги или их комбинаций.

Что же касается пятнисто-полосатых звёзд, то, как справедливо заметили многие участники конкурса, для этого необходимо создание различных температур в различных частях звезды. Как это ни парадоксально, но такие ситуации могут случаться. Ближайшим примером такой пятнистой звезды является наше Солнце, пятна на котором образованы областями магнитных аномалий и имеют понижение температуры с 6000 до 4500 градусов, что уменьшает поток излучения приблизительно в 3 раза. На некоторых других звёздах, изображение дисков которых на сегодняшний день получено, также наблюдаются аналогичные локальные образования, связанные с неоднородностями температурных условий на поверхности. Например, на поверхности звезды Бетельгейзе наблюдались потемнения с размерами до трети диаметра звезды и связанные, по-видимому, с крупномасштабной турбулентностью. Наконец, звёзды, входящие в тесные двойные системы, демонстрируют эффекты нагревания большей звезды с одного из боков за счёт излучения соседа, а также значительные отклонения от сферической формы за счёт приливных эффектов.

Все газовые звёзды вращаются дифференцированно, так что их экваториальные части обгоняют приполярные районы, и чтобы создать полосатую звезду, необходимо кроме выраженного дифференцированного вращения организовать и температурные различия в этих полосах. Хотя такая схема динамики реально наблюдается только на Юпитере (который не дотягивает по массе до звезды), тем не менее, это возможно. Во всяком случае, звёзды, окружённые протопланетными дисками, со стороны будут наблюдаться именно в виде звезды с тёмной полосой (одной) вдоль экватора.

814. На Солнце, как известно, есть тёмные пятна (в начале 17 века это была жуткая ересь). А на других звёздах могут быть пятна?

См. ответ на вопросы №813, стр. 228.

821. Как далеко до ближайшей звезды?

См. ответы на вопросы №826, стр. 230; №1053, стр. 331, а также стр. 336.

826. Насколько неподвижны «неподвижные» звезды?

Солнце участвует вместе со всеми другими звёздами и во вращении нашей Галактики. По последним данным, находясь на расстоянии 8,5 килопарсек от центра Галактики, Солнце вращается вокруг него со скоростью 204 км/с и совершает один оборот примерно за 255 миллионов лет.

Естественно, что говорить о «неподвижных» звёздах также не приходится («Ковш Большой Медведицы вывернется наизнанку!»). Помимо общегалактического вращения, все они, подобно Солнцу, имеют и собственные скорости, называемые «пекулярными». Собственные движения звёзд наблюдаются с Земли в виде видимых движений по небу; рекордсменом здесь является «летающая звезда Барнарда» со смещением 10,31 угловой секунды в год. По той же причине звёзды имеют и лучевые скорости, измеряемые за счёт эффекта Доплера, как правило, величиной в десятки км/с («Те звёзды, которые удаляются от нас, кажутся нам с синеватым оттенком, а те, которые приближаются — с красным»). Самой шустрой по лучу зрения является «звезда Каптейна», со скоростью +245 км/с убегающая от нас.

Даже скромное обращение Земли вокруг Солнца и то вполне может «сдвинуть» звёзды с места. За счёт наблюдения с разных краёв земной орбиты, ближайшие звёзды смещаются из стороны в сторону, и это явление называется «годовыми параллаксами» звёзд. У Проксимы (т. е. «ближайшей») Центавра он составляет 0,762 секунды дуги.

Наконец, очень многие звёзды являются членами двойных и кратных систем, и тогда они уже совсем не неподвижные. Естественно, что в этом случае они вращаются вокруг общего центра масс, и это движение также наблюдается либо по смещениям на небе, либо по периодическому изменению лучевых скоростей (спектральные двойные).

Глава 18. Звёздные острова



831. В направлении какого созвездия находится центр нашей Галактики и почему мы его не видим?

Общая структура нашей Галактики определена по измерениям расстояний до огромного числа объектов, прежде всего звёзд разных типов. Общее число звёзд оценивается в 10^{11} , так что наша Галактика относится к классу гигантских звёздных систем. Она является сплюснутой системой, симметричной относительно главной плоскости, называемой плоскостью Галактики. Проекция плоскости Галактики на небесную сферу называется галактическим экватором, и он почти точно совпадает со средней линией видимого Млечного Пути. Центр всей звёздной системы, именуемый центром Галактики, проецируется на небе в созвездие Стрельца ($\alpha = 265^\circ$, $\delta = -29^\circ$). Звёзды сильно концентрируются к галактической плоскости и к центру Галактики. Непосредственно в центре находится центральное сгущение, называемое ядром Галактики.

По современным данным Солнце находится на расстоянии 8,5 килопарсек от центра Галактики ($2,62 \cdot 10^{22}$ см, или 27 700 световых лет)

и скорость его вращения вокруг центра Галактики составляет 204 км/с. Период обращения Солнца вокруг центра Галактики называется галактическим годом и составляет около 255 миллионов лет. В настоящее время Солнце также немного приподнято над галактической плоскостью — всего на 10 парсек в сторону северного полюса Галактики.

На небе, особенно в полосе Млечного пути, наблюдаются многочисленные тёмные туманности. Самой известной из них является туманность с замечательным названием: «Угольный Мешок». Она находится в созвездии Южного Креста и занимает область неба больше 3° . Расстояние до неё составляет 150 парсек, а её размеры — около 8 пс. Угольный Мешок поглощает свет звёзд, уменьшая его примерно в 3 раза, и кажется из-за этого на небе чёрным пятном. Много других пылевых облаков образуют широкую тёмную полосу вдоль средней части Млечного пути, тянущуюся через созвездия Лебедя, Орла, Стрельца и Скорпиона (т. н. «Большая развилка Млечного Пути»). В области центрального сгущения тёмных туманностей особенно много, и по наблюдениям инфракрасных источников на расстоянии около 1 пс от центра Галактики ослабление света составляет 10^7 – 10^8 раз (т. е. до 20 звёздных величин).

836. Перечислите галактики, которые видны на небе невооружённым глазом.

Как известно, галактиками называются звёздные системы, достаточно обособленные в пространстве. Типичное число звёзд в галактике составляет 10^{11} . Определить общее число галактик во Вселенной не представляется возможным, поскольку по мере наблюдения всё более и более слабых объектов, число галактик в поле зрения начинает существенно превосходить число звёзд. При этом большинство галактик оказываются далёкими, мелкими и ещё более слабыми.

Как правило, невооружённым глазом мы можем видеть объекты не слабее 6 звёздной величины. Среди всех галактик таких ярких всего 3. На северном небе в созвездии Андромеды в ясную погоду можно увидеть Туманность Андромеды (галактика M31, яркость $3,5^m$), а на южном небе прекрасно видны два спутника нашей Галактики: Большое Магелланово Облако ($0,1^m$) и Малое Магелланово Облако ($2,4^m$).

Помимо этого через всё небо простирается «Млечный Путь», который представляет собой скопления слабых звёзд вдоль плоскости нашей Галактики. Таким образом, общее число видимых невооружённым глазом галактик составляет 4.

Глава 19. За гранью миров



854. С 1998 г. успешно работает космический интерферометр, у которого один радиотелескоп диаметром 64 м находится под Москвой (г. Калязин), а другой — на борту высокоорбитального спутника VSOP (Япония, 8 м). Оцените продольные и поперечные размеры квантов излучения, которые данный интерферометр принимает на длине волны 18 см от далёких квазаров.

Квазары — это наиболее яркие (светимость 10^{47} эрг/с) и наиболее удалённые (до 3000 Мегаларсек (Мпс), или 10^{28} см) объекты во Вселенной. Хотя расстояния до них определяются по красному смещению их спектральных линий, в интересующем нас сейчас случае их излучение можно считать непрерывным спектром шумового характера (континуум). Типичные видимые угловые размеры центральных излучающих областей квазаров — 1 миллисекунда дуги (0,000000005 радиан), яркостные температуры (характеристика излучательной способности) — 10^{12} – 10^{16} К, а поток энергии, который регистрируется от квазаров на Земле, может не превышать 1 мЯн (милли-Янский, или 10^{-29} Вт/(м² · Гц)).

Многие знают, что угловое разрешение (φ) любого астрономического инструмента определяется размерами его зеркала (D) и примерно равно $\varphi \approx \lambda/D$, где λ — длина волны принимаемого излучения. Поэтому, например, человеческий глаз с размерами зрачка 5 мм (ночью) в видимом свете ($\lambda \simeq 5500$ Ангстрем) имеет разрешение около 1 угловой минуты. Радиотелескоп с зеркалом диаметром 64 м на волне 18 см будет иметь разрешение на порядок хуже, около $10'$. Естественно, что наблюдать столь малые угловые структуры, как ядра квазаров, на одиночном радиотелескопе невозможно, и для этого используются интерферометры.

Явление интерференции все хорошо представляют себе на примере наложения волн на поверхности воды и интерференционных картин на мыльных пузырях и других тонких плёнках, поэтому проще всего объяснить процессы в радиоинтерферометре, используя. . .

Волновой формализм. В этом случае две антенны (или много антенн) принимают приходящие от радиоисточника электромагнитные волны. Поскольку космические радиоисточники удалены на значительные расстояния, радиоволны, приходящие на разные антенны, можно считать параллельными и одинаковыми. Антенны разнесены на некоторое расстояние B , которое называется базой интерферометра, поэтому радиоволна, приходящая на более удалённую антенну, будет задерживаться на величину $\tau = B_{\parallel}/c$, где $B_{\parallel}$ — проекция базы на луч зрения, c — скорость света. Затем радиоволны преобразуются в согласованный формат и суммируются между собой. Если на проекцию базы $B_{\parallel}$ укладывается целое число длин волн, то сложение принятых радиоволн даст интерференционный сигнал, если полуцелое — волны придут в противофазе и интерференции не будет. Если радиоисточник сместить на небе на угол $\varphi \simeq \lambda/B_0$, где B_0 — проекция базы, перпендикулярная лучу зрения, то между принимаемыми волнами вновь возникнет разность фаз. Поэтому угловое разрешение радиоинтерферометра определяется уже не диаметрами отдельных телескопов, а величиной проекции базы. Увеличение базы интерферометра позволяет наблюдать радиоисточники с разрешением во много раз большим, чем у оптических телескопов (желающие могут самостоятельно определить разрешение интерферометра, состоящего из двух телескопов на разных сторонах земного шара). Возвращаясь к формулировке вопроса, можно сказать, что продольный размер электромагнитных колебаний определяется длиной волны (в нашем случае 18 см), а поперечный размер волнового фронта остается неопределённым, т. к. волны распространяются от источника изотропно по всему пространству.

Однако вспомним, что свет излучается не в виде непрерывных волн, а отдельными порциями, т. е. квантами, и поэтому применим. . .

Квантовый формализм. Само понятие кванта, как порции излучения, было введено в 1900 году Максом Планком для объяснения закона излучения нагретых тел (закон Планка). В 1905 г. Эйнштейн на примере фотоэффекта показал, что все электромагнитное излучение состоит из отдельных частиц (фотонов), энергия которых $E = h\nu$, где h — постоянная Планка ($h = (6,626176 \pm 36) \cdot 10^{-27}$ эрг · с), ν — частота излучения. Соответственно, на волне 18 см один квант излучения имеет энергию $E = 1,1 \cdot 10^{-17}$ эрг.

Если поток энергии от квазара составляет $F = 1$ мЯн, диаметр принимающей космической антенны $d = 8$ м, полоса приёма сигнала $\Delta\varphi = 1$ кГц, то количество квантов, которое за время накопления $\Delta t = 1$ с упадёт на поверхность антенны, составит: $N = F(\pi d^2/4)\Delta f \Delta t$, или примерно 0,5 кванта.

В этом случае становится непонятно, как же космический интерферометр всё-таки работает. Во-первых, $1/2$ фотона не бывает. Во-вторых, длительность самого процесса излучения кванта, по-видимому, около 10^{-18} с (в современных фемтосекундных лазерах длительность импульсов сопоставима с 10^{-15} с), так что одновременный приход двух фотонов в разные антенны столь же маловероятен. Наконец, в-третьих, любые два фотона не являются когерентными (различаются по фазе, поляризации и другим характеристикам), и поэтому интерференции не дадут. Чтобы понять принцип действия интерферометра в рамках квантового формализма, необходимо вспомнить принцип неопределённости Гейзенберга. Для любого квантового объекта, в том числе фотона, невозможно одновременно точно определить (измерить) и импульс ($p = h\lambda$) и пространственные координаты (x). Неопределённости (их ошибки измерения) связаны между собой: $\Delta p \Delta x \geq h/(2\pi)$. Неопределённость импульса соответствует точности измерения угла прихода фотона на интерферометре: $\Delta p \simeq \varphi p \simeq (\lambda/B_0) \cdot (h/\lambda) = h/B_0$. Тогда $\Delta X \geq h/(2\pi \Delta p) \simeq h/(2\pi h/B_0) = B_0/(2\pi)$. Таким образом, измеряя на интерферометре направление прихода фотона с угловым разрешением $\varphi = \lambda/B_0$, мы создаём неопределённость его положения в пространстве, сопоставимую с базой интерферометра. В известном смысле можно сказать, что размеры кванта радиоизлучения увеличиваются до размеров самого интерферометра.

В этом случае ($\Delta x \simeq B_0$) мы должны рассматривать интерферометр не как набор двух или более антенн, а как единую установку, единый квантовый прибор, регистрирующий приходящий фотон.

Квантовая телепортация. Наконец, рассмотрим самый экзотический формализм: квантовую телепортацию сигналов. «Экзотическим» его можно назвать потому, что в 1993 году была опубликована статья 6 авторов (Ч. Беннета, Г. Брассара, С. Крепеа, А. Переса, В. Вуттерса, Р. Джоши), где этот термин был введён, и были рассмотрены теоретические основы процессов телепортации в отношении элементарных частиц. Только в 1997 г. этот процесс был реально подтверждён в физических экспериментах (подробнее см. «Химия и жизнь», № 8, 1998 г.).

Между тем, можно, пожалуй, утверждать, что в астрономии (точнее, в радиоастрономии) процессы квантовой телепортации успешно применяются уже 35 лет, только без самого этого названия. В 1965 г. советские специалисты по радиоинтерферометрам Матвеевко Л. И., Кардашев Н. С. и Шоломицкий Г. Б. предложили, а в 1971 г. совместно с американскими коллегами реализовали на практике т. н. «радиоинтерферометр со сверхдлинной базой» (РСДБ) между радиотелескопами Симеиз (Крым; диаметр телескопа 22 м) и Голдстоун (США, Калифорния; диаметр телескопа 64 м). Отличие РСДБ от обычного интерферометра состоит в том, что в момент наблюдений и приёма радиосигналов от космического источника между разными телескопами нет никакой связи. Приходящие сигналы просто принимаются, преобразуются и фиксируются на материальный носитель в согласованном формате (исторически для этого использовались видеоманитофоны и магнитные ленты). Само же явление интерференции сигналов возникает много позже, когда эти записи транспортируются в единый вычислительный центр и программным образом коррелируют (т. е. соотносятся) друг с другом. Обязательным требованием для успешной интерференции является высокая степень временной согласованности записываемых сигналов; для этого на обоих телескопах работают высокостабильные когерентные стандарты частоты (со стабильностью до 10^{-16}) и часы (шкалы времени) синхронизируются с точностью до 10^{-6} с.

Принцип РСДБ позволил использовать радиотелескопы на всех материках (даже в Антарктиде) и реально увеличить базу интерферометра до размеров земного шара. На таком «глобальном» телескопе можно получить карты (радиоизображения) квазаров с угловым разрешением до 100 микросекунд дуги или 0,0000000005 радиан (под таким углом видно из Москвы спичечную головку в Париже или футбольный мяч — на Луне).

За прошедшее время техника РСДБ была усовершенствована тем, что вместо непосредственной перевозки записанного сигнала (так сказать, «багажом») стали применять его ретрансляцию через геостацио-

нарный спутник (с 1976 г.) или по волоконным линиям связи. Это позволило получать интерференцию в реальном времени. Наконец, одну из приёмных антенн отправили вообще в космос, на орбиту около 30 000 км.

В терминах формализма квантовой телепортации в космическом интерферометре происходят следующие процессы. Квazar посылает квант света, который достигает первого (ближайшего к нему) телескопа («подлетает» к нему). Заранее (ещё до его прихода, в течение всего процесса наблюдений) в обоих телескопах постоянно работают стандарты частоты, генерирующие опорные синхронизирующие сигналы. Эти сигналы в радиодиапазоне аналогичны потоку элементарных частиц с коррелированными квантовыми состояниями (см. парадокс Эйнштейна—Подольского—Розена). В первом телескопе происходит смешивание пришедшего фотона с опорным импульсом, сам фотон при этом исчезает, а вместо него рождается новый квантовый объект («бифотон», аналог «смешанной» частицы), который и фиксируется на материальный носитель (записывается на магнитную ленту или передаётся дальше по линиям связи). Одновременно с этим на другом телескопе (или на всех других телескопах, если в наблюдениях принимают участие много антенн в разных точках пространства) происходит изменение квантового состояния опорного импульса, идентичное «бифотону» первого телескопа, которое затем также фиксируется в материальном виде каждым приёмником самостоятельно. Процесс передачи квантового состояния в формализме телепортации называется «посланием». Необходимо подчеркнуть, что само квантовое состояние фотона передаётся на все принимающие антенны (а в общем случае — по всему пространству) мгновенно. Иными словами, «послание» распространяется мгновенно.

Затем полученная телескопами и зафиксированная ими информация о квантовом состоянии пришедшего фотона передаётся материальными носителями в единый центр со скоростью, не превосходящей скорости света. Данная информация о событии, происшедшем в иной точке пространства, в формализме телепортации называется «сообщением». Только после получения «сообщений» от всех телескопов и их совместной обработки можно будет восстановить информацию о квантовом состоянии того фотона, который изначально пришёл от квазара, т. е. определить его энергию (длину волны), направление прихода (импульс), поляризацию, и другие параметры. При получении большого числа квантов света можно будет построить радиоизображение квазара.

Иными словами, полный процесс квантовой телепортации каждого фотона вовсе не мгновенный, этот процесс завершается только после завершения совместной обработки сигналов от всего ансамбля приём-

ных антенн. В принципе, можно и сейчас взять ленты, записанные много лет назад, и вновь получить интерференционный сигнал с неба. Понятно, что в данном случае в формализме телепортации понятие о пространственных размерах и временных продолжительностях квантов света также утрачивает физический смысл.

Было бы очень интересно процесс телепортации увидеть в буквальном смысле, т.е. осуществить его для оптических квантов. К сожалению, до настоящего времени ещё нет РСДБ в оптике («ОСДБ»), поскольку не реализованы источники непрерывного когерентного сигнала (стандарты частоты) для оптического диапазона (частоты около 10^{15} Гц).

856. Астрономы активно обсуждают проблему «скрытой массы во Вселенной» и фундаментальные открытия, сделанные в 2001 г. Что, где и почему от нас «скрывают»? Что это означает для Вселенной в целом?

Когда автор учился в МГУ, то в учебнике астрономии (70–80-е годы 20 века) было написано: «Звёзды — наиболее распространённые объекты во Вселенной. Более **98% массы** космического вещества сосредоточено в этих газовых шарах, остальная часть его рассеяна в межзвёздном пространстве».

Если рассматривать только нашу Солнечную систему, то это утверждение «с большим запасом» верно: масса всей планетной системы (планеты, спутники, метеориты, кометы) составляет всего 1/743 часть от массы Солнца. И это понятно, поскольку за 4,5 млрд. лет всё пространство Солнечной системы было основательно «продуто» солнечным ветром, и большая часть бывшей околозвёздной оболочки (не попавшая в планеты) рассеяна в межзвёздном пространстве. Помимо кеплеровых орбит планет, которые они выдерживают с отменной точностью, у нас к настоящему времени имеется и независимые инструментальные проверки распределения массы по Солнечной системе — это траектории полётов межпланетных станций. Если бы у нас «внутри» было бы что-нибудь тяжёлое «спрятано», то мы бы это вполне «почувствовали» по гравитационному отклонению от заданного курса.

Иное дело, когда мы выходим на межзвёздные и межгалактические просторы. Вся материя, заключенная в звёздах, условно называется «светлым» или «излучающим» веществом, а вещество, заключённое в межзвёздном газе и пыли, тёмных телах и в материи иной природы, называется «тёмной» или **«скрытой» массой**.

Вопрос о «скрытой» массе заострился в последние десятилетия, когда для многих галактик были получены достаточно точные **кривые вращения** по лучевым скоростям звёзд на периферии. Дело в том, что по мере приближения к краю любой галактики, чётко видно, что «излучающего» вещества становится все меньше и меньше (меньше ярких звёзд). Естественно было ожидать, что скорости, с которыми далекие звёзды вращаются вокруг своей галактики, будут уменьшаться по абсолютной величине, аналогично тому, как уменьшаются кеплеровы скорости планет по мере удаления от Солнца. Однако оказалось, что этого не происходит! У большинства галактик скорости их вращения, увеличиваясь по мере отступления от центра, достигают в области развития спирального узора некоторого максимального значения, а потом, уже за пределами «видимой» галактики, и не думают уменьшаться! (или делают это очень вяло). Это прямо означает, что помимо видимых нами звёзд, каждая галактика содержит ещё и большое количество «тёмной», но вполне «тяжёлой» материи. Аналогичные тёмные «гало» обнаружены вокруг нашей Галактики и Туманности Андромеды.

Аналогичную загадку задали и **скорости в скоплениях галактик**. При построении карт скоростей отдельных галактик оказалось, что они вращаются вокруг своих скоплений слишком быстро: при таких скоростях, которые они имеют, скопление давно должно было бы «разлететься», если бы оно «весило» ровно столько, сколько весят все светящиеся звёзды. Значит, помимо видимых звёзд, в скоплениях галактик также должны быть тёмные «довески», масса которых уж никак не 2 %, а много больше. Например, для нашей т. н. Местной системы галактик оценку массы пришлось увеличить более чем на 30 %.

Естественно, что разгадка «скрытой» массы в Вселенной не имеет какого-нибудь одного и простого решения (собственно, эта проблема пока ещё далека от своего решения). Все возможные решения и «находки» условно делятся на макроскопические объекты и элементарные частицы.

Одним из удивительнейших наблюдательных фактов на этом поприще стало «растворение» в последние годы целого типа неправильных или иррегулярных галактик. Дело в том, что ещё в 1920-е гг. Эдвин Хаббл (1889–1953) предложил классифицировать все галактики по их морфологическим признакам (внешнему виду). Получилась стройная схема (т. н. «камертон Хаббла»), в которой слева была прямая эллиптических галактик (от E0 до E10), а справа две ветви «нормальных» спиральных галактик (Sa–Sb–Sc) и «пересечённых», имеющих около ядра т. н. «галактический бар» (Sba–SBb–SBc). Причём самый

центральный тип т. н. «линзовидных» галактик S0 был сначала предсказан, а лишь потом реально обнаружен. Отдельно стоящим типом (по принципу: «не пришей кобыле хвост») были как раз бесформенные или иррегулярные Ir галактики. Впоследствии оказалось, что цвет, обилие газа и другие физические характеристики галактик систематически изменяются вдоль линии E0–E10–S0–Sa–Sb–Sc–Ir. А буквально в последние годы, благодаря наблюдениям на крупнейших телескопах мира, в том числе и на космическом телескопе имени Хаббла(!), в ближайших Ir галактиках удалось обнаружить очень слабые **галактические диски**, состоящие из старых, красных и тусклых звёзд. Тем не менее, наличие этих дисков, во-первых, сразу увеличило массу галактик в 2–3 раза, а, во-вторых, перевело их из класса Ir в класс S. Просто, в отличие от нормальных спиральных галактик, в которых области звёздообразования и молодые, очень яркие звёзды расположены в галактической плоскости и образуют красивый спиральный узор, в бывших Ir галактиках области звёздообразования «разбросаны» беспорядочно по всему объёму этих галактик.

Помимо старых и тусклых красных звёзд, в галактиках существуют и т. н. **белые карлики**. Это остатки эволюции среднemasивных звёзд, имеющие очень малые размеры: в 100 раз меньше Солнца или порядка размеров Земли. Поскольку их масса сравнима с массой Солнца (не больше $1,4M_{\odot}$ — «предел Чандрасекара»), то плотность вещества в белых карликах может достигать 10^6 г/см³ и находится в состоянии т. н. «вырожденного газа» (ускорение свободного падения на поверхности до 10^8 см/с²). Хотя эти объекты очень горячие (до 70 000 K), но из-за малого размера их общая светимость мала ($10^{-3} \dots 10^{-4}L_{\odot}$), и они трудно обнаружимы даже в ближайших окрестностях Солнца. Наиболее знаменитым примером белого карлика является «невидимый» спутник Сириуса (видимая величина +8,68^m, масса $0,98M_{\odot}$, размер $0,022R_{\odot}$). Общее число белых карликов в Галактике составляет до 10 %, но эта величина подлежит уточнению и может существенно возрасти.

Следующими макроскопическими объектами, дающими свой «вклад» в дело «скрытой» массы, являются все те «остатки» от процессов звёздообразования, масса которых слишком мала для того, чтобы в их недрах загорелись термоядерные реакции. Это т. н. **коричневые карлики** ($M < 0,1 M_{\odot}$ или 10^{32} г), которые слабо светятся в ИК диапазоне только за счёт собственного гравитационного сжатия, и **субзвёздные объекты** или планеты-гиганты ($M < 0,02 M_{\odot}$ или 10^{31} г), которые уже практически совсем не светятся (масса Юпитера $2 \cdot 10^{30}$ г). Именно

из-за слабой светимости этих объектов до сих пор остаётся открытым вопрос об их числе: даже для ближайших окрестностей Солнца пока не удалось подсчитать полностью все звёзды малой массы, чтобы установить их пространственную плотность и полную массу, которую они содержат.

Следующим, уже экзотическим «вкладчиком» являются **мини чёрные дыры**. Дело в том, что уже достаточно долгое время общепринятой точкой зрения является та, что в центре квазаров и активных галактик находятся сверхмассивные чёрные дыры (до $10^9 M_{\odot}$), а среди релятивистских объектов — остатков сверхновых звёзд — имеются уже десятки кандидатов в «нормальные» чёрные дыры с массой 5–10 $M_{\odot}$. Однако, чёрные дыры могут быть, в принципе, любой массы, и если массивные активно втягивают в себя вещество из межзвёздной среды и тем самым обнаруживают себя, то чёрные дыры с массами меньше солнечной вполне могут путешествовать незаметно для нас. Астрономы уже неоднократно наблюдали странные «уярчения» некоторых слабых звёзд. Это были не их собственные вспышки, а именно эффекты, связанные с прохождением по лучу зрения между звездой и нами маленьких чёрных дыр, действующих в качестве т. н. гравитационной линзы, собирающей свет. При этом они имели характерные симметричные по времени профили, одинаковые для всех длин волн. Поскольку сами по себе эти мини-дыры не видны никак, то вопрос об их числе и массе, в них содержащейся, также активно дискутируется в последнее время, но пока ещё далёк от окончательного ответа.

После рассмотрения макроскопических объектов (список которых, разумеется, неполон), перейдём ко второму типу «тяжёлых» объектов — элементарным частицам. Поистине сенсационным в июне 2001 г. было измерение массы солнечных нейтрино, которая оказалась отличной от нуля. Этот результат был получен в ходе космического эксперимента, когда японский спутник ловил нейтрино, «пронизывающие» земной шар насквозь. Верхняя оценка на массу нейтрино составляет до 2 эВ. Между тем, ещё в 1966 г. Я. Б. Зельдович и С. С. Герштейн указали, что в рамках теории горячей Вселенной концентрация реликтовых нейтрино сравнима по величине с концентрацией реликтовых фотонов (т. н. «реликтовое излучение» 2,7 К в радиодиапазоне). Соответственно, общая масса всех реликтовых нейтрино, по расчётам, может увеличить долю тёмной материи до половины критической плотности Вселенной, и тогда именно реликтовые нейтрино определяют развитие гравитационных неустойчивостей и основных пространственных структур в ранней Вселенной (формирование сверхскоплений галактик).

Помимо «обычных» элементарных частиц, физики «сконструировали» несколько типов сверхтяжёлых (по меркам микромира) объектов, условно названных Dark Electric Matter Objects или «даемоны». В апреле-июне 2001 г. получены результаты экспериментов на сцинтилляционных датчиках, в которых даемоны (планковские сверхтяжёлые частицы массой $2 \cdot 10^{-5}$ г) были зафиксированы. При этом авторы из Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе (г. Санкт-Петербург) утверждают, что им удалось разделить «быстрые» частицы, летящие вдоль галактического диска со скоростью 35–50 км/с, и «медленные», движущиеся на гелиоцентрических орбитах (3–10 км/с). Вопрос о числе этих сверхтяжёлых частиц и их вкладе в тёмную массу Вселенной также пока открыт.

Наконец, отдельным вопросом является такая величина, как плотность вакуума, которая также может быть отличной от нуля и присутствует в космологических моделях расширения Вселенной в виде т. н. «космологической постоянной». По последним оценкам, плотность вакуума может меняться в диапазоне от 0,7 до 0,4 критической плотности Вселенной.

А если уж говорить о совсем фантастических вещах, то можно упомянуть и о том, что в современных космологических теориях наша Вселенная не является «плоской» и имеет со времени Большого Взрыва (как момента начала инфляции метрики пространства-времени) намного больше измерений, чем те 4, к которым мы привыкли в нашем «нормальном» мире. Просто в той части мира, где живём мы, реализованы конкретные 3 координаты в пространстве и 1 во времени, а в других местах Вселенной (в том числе и в мирах, «параллельных» нашему пространству) могут быть реализованы иные «наборы» первичных координат. В этом случае в параллельных мирах могут существовать другие галактики, звёзды, планеты (или не существовать, если «те» физические законы этого не позволят), но мы не будем «видеть» их никаким способом, кроме гравитационного взаимодействия.

Что это означает для Вселенной в целом? Трудно не согласиться с точкой зрения Ларина Алексея: «это означает, что некоторые законы и знания придётся дорабатывать после изучения „скрытой массы“».

Выше уже была упомянута т. н. «критическая плотность» Вселенной. Дело в том, что наша видимая Вселенная, как известно из открытия Хаббла, расширяется. Однако скорость этого расширения не постоянна и прямо зависит от общей массы материи, во Вселенной содержащейся.

Величина критической плотности определяется формулой

$$\rho_c \sim \frac{3}{8\pi} \frac{H^2}{G} \sim 10^{-29} \text{ г/см}^3$$

где H — постоянная Хаббла (характеризующая скорость «разбегания» галактик²⁵), G — гравитационная постоянная:

$$H = 60 \frac{\text{км/с}}{\text{Мпс}} = 2 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}; \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ кг}^{-1} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2}$$

Интересно заметить, что это плотность светлого галактического вещества, равномерно «размазанного» по Вселенной, составляет всего 2 % от критического значения, т.е. $2 \cdot 10^{-31} \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ или $10^{-7} \text{ атомов} \cdot \text{см}^{-3}$. (Крутова Мария: «можно увидеть лишь часть Вселенной, на небольшом по космическим меркам расстоянии, можно рассчитать её среднюю плотность и узнать о настоящем, прошлом и будущем её состоянии, является ли Вселенная расширяющейся или сжимающейся, бесконечной или замкнутой».)

Если плотность материи меньше критического значения, то разлёт пространства (начавшийся в эпоху Большого Взрыва) вместе со всеми галактиками в нём будет продолжаться и далее, а в случае, если всех видов вещества во Вселенной больше, чем критическая плотность, то рано или поздно, расширение «тяжёлой» Вселенной сменится её сжатием и коллапсом. Правда, если это и случится, то не в ближайшие 10000000000 лет.

857. Что общего между Вселенной и пенопластом?

См. вопрос №135, страница 106.

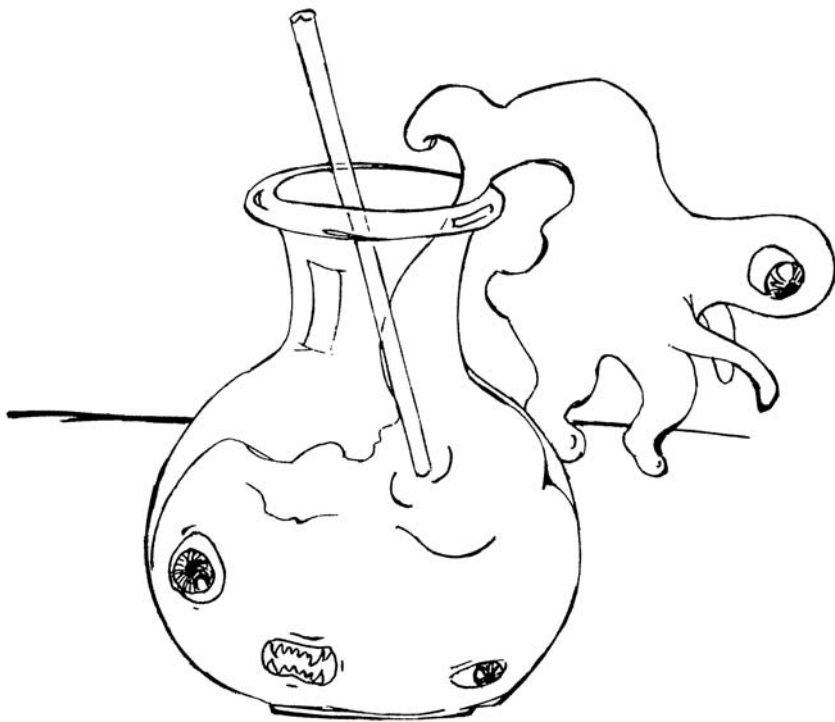
860. Может ли Вселенная быть чёрной дырой? Почему?

Как известно, все далекие галактики «разбегаются» от нас со скоростью, прямо пропорциональной расстоянию до них (закон Хаббла). При расстоянии ≈ 5000 Мегалпарсек ($\approx 1,5 \cdot 10^{28}$ см) скорость убегания достигает скорости света. Это означает, что свет с такого расстояния уже никогда не сможет добраться до нас, и это расстояние называется

²⁵Обусловленная расширением вселенной скорость v убегания любого объекта от «неподвижного» наблюдателя пропорциональна расстоянию L от наблюдателя до объекта: $v = HL$; наблюдатель может находиться в любом месте (например, на Земле) — постоянная Хаббла H от этого не зависит.

«световым горизонтом Вселенной». Объём видимой Вселенной составляет $\approx 15 \cdot 10^{84} \text{ см}^3$, и если плотность материи соответствует критической плотности $\approx 10^{-29} \text{ г/см}^3$, то общая масса Вселенной составит $\approx 15 \cdot 10^{55} \text{ г}$. В этом случае гравитационный радиус для данной массы (см. выше) совпадет по величине с горизонтом Вселенной, она окажется замкнутой, т. е. чёрной дырой для внешнего наблюдателя.

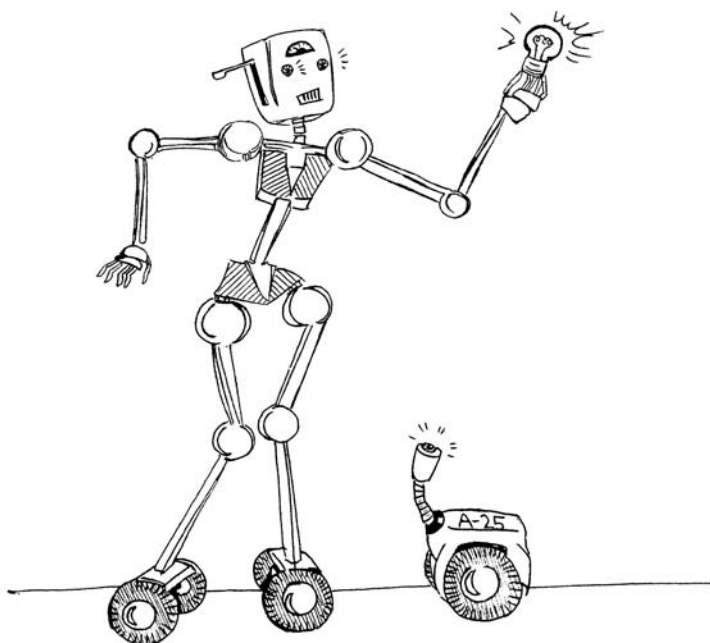
Глава 20. Живое вещество



863. Весь свободный кислород в атмосфере проходит через цикл фотосинтеза растений в среднем за 2000 лет. Сколько раз за всю историю Земли были созданы те молекулы O_2 , которыми Вы в данный момент дышите? Вы поблагодарили сегодня дерево?

См. ответ на вопрос №421, стр. 142.

Глава 21. Технотронная цивилизация



901. Как говорят, Человечество уже стало фактором планетарного масштаба. Какие Вы можете привести примеры, когда воздействие современной индустриальной цивилизации на те или иные процессы на Земле сопоставимо с естественными причинами или превосходит их?

В своём историческом развитии Человечество прошло три характерные фазы. На первом этапе, при выходе *Homo sapiens* из ряда прочих биологических видов и начале формирования социальных отношений, практически все природные стихии и явления были неизмеримо мощнее как отдельного «человечка», так и всей человеческой породы в целом. При этом людям ничего другого не оставалось, как страдать, терпеть и молиться. Естественно, что отношения Человечества и Природы в этот период строились на религиозной основе, от древнейшего примитивного тотемизма до последних вокруг и около религиозных «заморочек».

Затем, по мере возникновения и развития своего технологического и индустриального вооружения, по мере «завоевания» у Природы «жизненного пространства» и гарантий безопасного существования, Человечество начало постепенно «нагнать». Отгораживаясь своей индустрией от неблагоприятных внешних факторов и безудержно пользуясь всеми нужными и не очень нужными природными ресурсами, человечество позволило себе практически беспредельное потребление и размножение. При этом мы (люди) в значительной своей части впали в «головокружение от успехов», в опьянение собственным могуществом. Апофеозом этого «большевистско-имперского» этапа стал лозунг «покорения природы» и отнятия её богатств силой.

Сейчас, на третьем этапе, начиная со второй половины 20 века, под воздействием собственных успехов в массовом самоуничтожении и загрязнении окружающей среды, Человечество постепенно начало задумываться о пределах как своих возможностей, так и своего разума по их использованию. К концу 2-го тысячелетия подоспели весьма наглядные примеры неразумного (и часто опасного) человеческого «хозяйствования», а также информация о скором исчерпании многих благ, ресурсов и возможностей, к употреблению которых Человечество так привыкло. Как говорится, «не всё коту масленица». Разумеется, Человечество пока ещё успело наступить не на все «грабли», какие только можно. С другой стороны, существует достаточно много вполне естественных причин, которые могут положить предел человеческому существованию на этой планете, и легко. (А. Райкин: «Да на тебя взглянуть-то как следует, от тебя мокрое место останется!».)

И наконец, для нормального функционирования человеческой цивилизации в обозримом будущем нам необходимо иметь не только на много более высокий уровень познания Природы, нежели мы имеем сейчас, но и принципиально более разумные методы управления нашей совместной жизнедеятельностью. А вот с этим-то (с нашей «разумностью») дела пока обстоят неважно.

Вооружившись этими философскими обобщениями, перейдём теперь к списку наших «достижений», условно разделив их на «положительные» и «отрицательные» (хотя кто знает, что есть истина?). Само собой разумеется, что автор ни в малейшей степени не претендует на полноту предложенного перечисления.

Условно «+»

- Достижения современной медицины позволяют побеждать многие недуги, ранее бывшие фатальными, и существенно продлевать жизнь ранее безнадежным больным. Специалисты отмечают, что чем более мощной и вооружённой становится медицина, тем большее число больных образуется. Человечество становится, с одной стороны, всё более старым и, с другой, всё более болезненным и немощным. Фактически Человечество уже отменило для самого себя закон естественного отбора Дарвина. Тем самым неотложным становится применение методов искусственного отбора (что и происходит, так или иначе).

- Человечество создало информационные системы, начиная с сигнальных костров и тамтамов, и кончая (кончая ли?) современным Интернетом. Никакие фантазии недавнего прошлого по трансляции любых видов информации и образов уже не представляются принципиально невозможными. Нет вопроса «как передавать», есть вопрос «что передавать». Есть мнение, что весь комплекс средств массовой информации превратился в бессодержательное и жёстко управляемое виртуальное пространство, иными словами в «средства массовой дезинформации» (максималистская позиция: «зачем смотреть телевизор, если точно известно, что ничего умного и доброго там не покажут»). Интернет в ближайшее время (если не уже) подстерегает опасность превратиться во «всемирную информационную помойку» («спам»).

- Человечество осуществило свой выход в космическое пространство. Это было принципиально невозможно не только для любого из биологических видов, но и для любого социального объединения, кроме постиндустриального. Правда, после утраты актуальности демонстрирования из космоса преимуществ того или иного общественно-политического строя, пилотируемая космонавтика (как чисто государственная программа), по-видимому, уступает свое место автоматической по эффективности и величине затрат. Распространение разумных систем во Вселенной также, по-видимому, не потребует непосредственного участия в этом процессе биологических объектов, т. е. нас с Вами (см. вопрос №916, стр. 250).

- Человечество научилось создавать новые химические элементы. Как известно, водород, гелий, и частично литий образовались на ранних стадиях расширения Вселенной, все последующие элементы до железа (Fe) — в результате термоядерных реакций в недрах звёзд, а более тяжёлые — во время ядерных реакций при взрывах сверхновых звёзд. При этом с увеличением веса атомного ядра, как правило,

в среднем уменьшается его стабильность (наиболее известная реакция — распад ядер урана), и очень быстро снижается его обилие в природе. Поэтому элементы с номерами 61, 85, 87, 93 и все последующие (по последним²⁶ данным — до №118) получены искусственным путём (в ускорителях частиц, ядерных реакторах и т. п.). Поиск сверхтяжёлых ядер ведется и в космических лучах. Теоретики надеются, что где-то после №140 обнаружится следующий т. н. «остров стабильности» для ядер.

- Человечество научилось создавать в лабораториях экстремальные физические условия (сверхвысокие и сверхнизкие температуры, давления, сильные магнитные поля, и т. д.). Правда, мы пока ещё не превзошли температуру в недрах Солнца ($15 \cdot 10^6$ К), или давление в центре Земли ($3,7 \cdot 10^{12}$ дин/см²); тем более, нам недоступны величины магнитных полей на поверхностях пульсаров (10^{15} Гаусс). Но нигде во Вселенной не может быть температура ниже, чем фон реликтового излучения 2,7 К (остаток горячей Вселенной), а в лабораториях при искусственном охлаждении уже работают в диапазоне микро-Кельвинов.

- Радиоволны существовали всегда (по крайней мере с эпохи горячей Вселенной), но после Попова и Маркони человечество начало их не только слушать, но и целенаправленно излучать. Обилие бытового применения электронной техники вплотную ставит вопрос о её последствиях для здоровья потребителей, а суммарная мощность технологического радиоизлучения Человечества (в частности, в ТВ диапазонах метровых волн) уже сопоставима с излучением Солнца. Борьба с радиопомехами — одна из серьёзнейших проблем в радиотехнике и радиоастрономии.

Условно «—»

- Радиационное загрязнение от испытаний ядерного оружия, прежде всего в атмосфере, во много раз превысило природный фон от космических лучей и природных материалов. Это стало причиной запрещения испытаний во всех средах, кроме подземных. Имеют место аварии (уже исчисляемые десятками) на производствах, полигонах и АЭС. Крайним вариантом применения ядерного оружия в массовом порядке является

²⁶ Конец 2003 года.

С информацией об известных элементах и изотопах вы можете ознакомиться, например, на [www-сервере Объединённого Института Ядерных Исследований \(город Дубна\)](http://www.flerovlab.jinr.ru/linkc/isotopes/table.html) по адресу <http://flerovlab.jinr.ru/linkc/isotopes/table.html> (на английском языке).

сценарий т. н. «ядерной зимы» — нарушение равновесия глобального климата с его переохлаждением.

- Выбросы в атмосферу хлорфторуглеродных летучих соединений и других веществ, значительно увеличивающих скорости реакций диссоциации озона. Как предполагают, фреон и аналогичные искусственные соединения ответственны за уменьшение содержания O_3 (т. н. «озоновые дыры»). В соответствии с Монреальским соглашением 1986 года страны мира впервые предприняли реальные действия по сокращению выброса парниковых газов.

- Индустриальные выбросы в атмосферу CO_2 и окислов серы не только усиливают парниковый эффект на нашей планете, что может (теоретически) привести к изменению глобального климата, но к вполне реальным кислотным дождям. С другой стороны, по мнению директора Института микробиологии РАН академика М. В. Иванова, человечество пока ещё «отстаёт» от аналогичного производства бактериями: 55 наземных и 50 морских видов микроорганизмов в атмосферу Земли «выдают на гора» 10^9 тонн CO_2 и $400 \cdot 10^6$ тонн соединений серы. «Успехи» Человечества сопоставимы, но пока скромнее.

- В отличие от солёных вод, которых в Мировом океане много, загрязнение пресных вод имеет катастрофический характер, и жажда «настигает» Человечество, похоже, даже раньше, чем голод.

- Хозяйственное использование и опустынивание земель, урбанизация и загрязнение ландшафтов.

- Истощение полезных ископаемых.

- Переход людей на «норный» образ жизни (квартира—метро—офис).

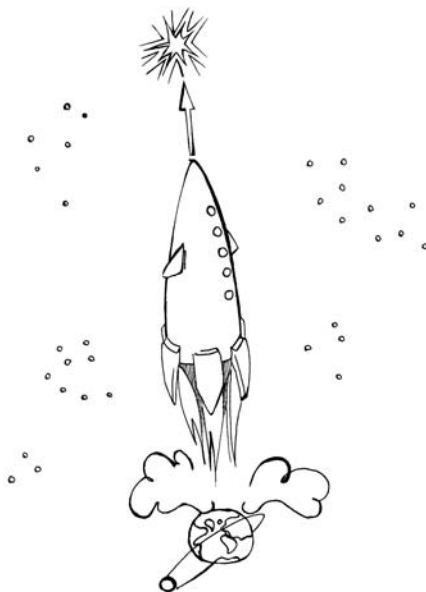
- Вырубка лесов на суше, вылов рыбы и других морских животных в морях, — как следствие — исчезновение многих видов животных.

- Генная инженерия, создание изменённых и новых геномов растений и животных, питание на основе генетически изменённых продуктов.

- Космический мусор вокруг Земли — как реальная опасность всем дальнейшим полётам.

- И т. д., и т. п. . . .

Глава 22. Сквозь тернии — к звёздам!



916. Вам «предложили» заселить некоторую иную планету. Какие принципиально необходимые условия Вам для этого потребуются? Какие основные этапы этой работы Вы предусмотрите?

Вам никогда не приходили по почте извещения о подарках от какой-нибудь фирмы? А поучаствовать в беспроигрышных лотереях Вас не приглашали? Как, и даже в МММ или ГКО Вы не вступили? Так вот, далеко не на всякие предложения имеет смысл откликаться, и уж тем более не на все следует соглашаться. Как говорят англичане: «Бесплатный сыр бывает только в мышеловке». Ну, а говоря серьёзно, любые возможные сценарии по реализации т. н. «предложения» по заселению иной планеты сопряжены с таким количеством проблем, прямых издержек и даже опасностей, что... А впрочем, всё по порядку.

Сценарий 1. «Космический корабль». Подавляющее большинство участников направило ход своих мыслей примерно по следующему пути. Мы, жители Земли, развиваем и дальше бурными темпами свою всевозможную технику. Методами межпланетных (межзвёздных) перелётов мы отправляем на другую планету некоторый передовой отряд

инженеров и строителей, который из местных материалов начинает создавать базу-поселение. Все системы базы, особенно ее жизнеобеспечение, функционируют при этом полностью автономно от местных условий. По мере расширения посёлка туда отправляются дополнительные контингенты людей, которые там что-нибудь полезное делают. Живут они при этом также в замкнутом объёме и по замкнутым технологиям, но счастливо.

Нетрудно видеть, что основой такого типа рассуждений являются действительно впечатляющие успехи вахтовых работ на Севере, антарктических станций, пилотируемой космонавтики и экспериментов по моделированию простейших биоценозов в замкнутых объёмах («Биосфера-1 и 2»). При всей пользе, необходимости и целесообразности перечисленных работ, нельзя не отметить, что все вышеперечисленные технологии прочно, тесно и однозначно привязаны к «Большой Земле», т. е. их стартовой базе. Все виды обеспечения предполагают регулярные внешние поставки, все виды ремонтных работ и аварийных ситуаций не мыслимы без соучастия внешних ресурсов и специалистов, пространственная и временная автономность всех перечисленных технологий незначительна и принципиально ограничена. Строго говоря, даже не столь важно, находится такая база на поверхности какой-либо планеты, или просто летает в космическом пространстве. Ближайшими перспективами этого направления является дальнейшее совершенствование и расширение орбитальных станций (от «Мира» к МКС), обсуждаемые лунные станции и полёт человека на Марс (?).

Сценарий 2. «Колонизация и индустриальное освоение».

Следующая, более смелая группа предложений сводилась к поиску и выбору планеты с условиями, приближенными к земным, заброске туда команды по начальному этапу сценария №1, и далее расширенное воспроизведение там населения и всех возможных производств с полным использованием местных условий и ресурсов, фактическое «вхождение» в состав жителей-инопланетян. Данная стратегия основана на всём многотысячелетнем опыте человечества по расселению по «лику земли», освоению новых «целинных» земель, Нового Света и т. п. Думаю, наилучшим образом этот сценарий №2 описан в терминах 19 века в романе Жюль Верна «Таинственный остров» (кстати, аналог сценария №1 — это «Капитан Немо»). Следует вспомнить, что этот путь всегда был сопряжён с опасностями, трудностями, лишениями и многими жертвами, но в итоге экспансия человечества (или его отдельных частей) всё время расширялась. Некоторые «тур-ломоносовцы» развили свои прогрессивные взгляды по этой линии до того, что на другой планете

«создали» не только лёгкую и тяжёлую промышленности, но даже приступили к государственному и партийному строительству.

Абсолютно точно (убеждён, как говорил Черномырдин), что как только подобная «подходящая» планета человечеству подвернётся, судьба её будет решена однозначно (как говорил Жириновский) и бесповоротно, и именно так, как человечество всегда и поступало в аналогичных ситуациях. Планета эта будет перекопана, застроена, загажена и т. д. (см. вокруг себя). Все хорошее, что на этой планете имело несчастье находится до того, повторит судьбу инкских и ацтекских цивилизаций, коровы Стеллера, сумчатого волка, подснежников и многого другого, что помешало «прогрессивному человечеству» на этой планете.

Но, во-первых, ничего подходящего ни в нашей солнечной системе, ни в обозримых окрестностях не намечается. И во-вторых, а стоит ли повторять собственные «зады»? Получим ли мы от реализации сценария №2 какое-нибудь новое знание? Научимся ли чему-нибудь, если тут не научились?

Сценарий 3. «Биосфера». Наиболее «реалистичные» люди исходили из того, что имеется в наличии, и пошли по пути «заселения» планет в условиях, которые нам на сегодняшний день предоставлены или которые можно ожидать в обозримом будущем. Этот путь предусматривает существенную трансформацию первичной атмосферы «незаселённой» планеты (некоторые оптимисты предполагали даже перестройку и её твёрдой поверхности), интродукцию (внесение) и последующую адаптацию некоторых видов растений и животных, формирование простейших биоценозов и последующее «встраивание» во вновь созданную биосферу планеты самого человека. Нетрудно заметить, что сценарий №3 предполагает творческий синтез первых двух, т. к. начальные этапы преобразования планеты неизбежно происходят по №1, а в случае успеха т. н. «реформ» (хм-хм...) впоследствии, в светлом будущем, реализуется и №2. (О понятиях «биосфера», «заселение» и др. — см. глоссарий на стр. 259).

Рассмотрев схематично возможные варианты, сформулируем теперь **Необходимые условия для заселения.** Очевидно, что сценарии №1 и №2 представляют собой две крайности: первый не требует по сути никаких условий, а второй — невероятно сложные. Поэтому в дальнейшем остановимся на №3.

Температура центрального светила. «Солнце — источник жизни», или уж по крайней мере, — источник энергии для функционирования подавляющего большинства биоеценозов. Вряд ли для нас будут сейчас представлять интерес одиночные планеты, блуждающие в потёмках

по глубинам космоса. Реально может быть заселена планета, входящая в систему около звезды главной последовательности спектрального класса от F (температура поверхности 7400 °K) до K (4900 °K). Во-первых, в окрестностях этих звёзд возможно формирование планетных тел (см. также вопрос № 754, стр. 205), а во-вторых, они дают излучение, подходящее для процесса фотосинтеза (см. вопрос № 421, стр. 142). Фотосинтез при прочих необходимых условиях может идти и при малой освещённости, например на Плутоне, но только с меньшей интенсивностью, но невозможен и в непосредственной близости от холодной звезды позднего класса.

Диапазон планетных орбит, эксцентриситет, вращение, наклон экватора, спутники планеты. Перечисленные параметры небесной механики прямо влияют на тепловой баланс планеты и её температуру. Известные нам биологические формы жизни способны существовать в достаточно узком диапазоне температур. Жаростойкость большинства высших растений не превышает +55 °C, лишайников +100 °C, спор бактерий — до +140 °C. Понижение температуры существенно ниже 0 °C приводит к повреждению тканей и мембран клеток из-за образования кристаллов льда, обезвоживанию организмов, снижению скорости биохимических реакций, прекращению метаболизма. Возможно кратковременное замораживание в жидком азоте (−190 °C). Предполагается, что в условиях глубокого замораживания, в т. ч. космоса, длительное время могут сохраняться некоторые бактерии и вирусы.

Для обеспечения нормального теплового баланса на поверхности планета должна находиться не слишком близко, но и не слишком далеко от центральной звезды. В зависимости от реалистичных вариантов светимости звезды и альбеда планеты (её отражательной способности), можно ожидать, что её орбита может находиться между 0,5 и 1,5 а. е. Эксцентриситет²⁷ орбиты также не должен принимать слишком больших значений, иначе при изменении расстояния до звезды температура

²⁷ Любой эллипс можно определить как множество точек C , для которых $AC + BC$ равно одному и тому же числу. Точки A и B называются фокусами эллипса. Эксцентриситетом эллипса (ε) называется отношение длины отрезка AB к длине большей оси эллипса (отрезка прямой, проведённой через точки A и B , лежащего внутри эллипса; длина этого отрезка, очевидно, равна $AC + BC$, то есть $\varepsilon = AB / (AC + BC)$). Если масса звезды намного больше массы вращающейся вокруг неё планеты, то можно считать, что звезда неподвижна и один из фокусов эллиптической орбиты планеты совпадает с центром звезды. Эксцентриситет характеризует «вытянутость» эллипса (для окружности, т. е. «совсем не вытянутого эллипса», $\varepsilon = 0$). Соответственно, чем больше эксцентриситет орбиты, тем больше диапазон возможных расстояний между планетой и звездой.

на планете может изменяться в несколько раз. Дисбаланс температур может произойти и при слишком большом периоде вращения планеты (день–ночь) или при большом наклоне экватора (зима–лето). Весьма желательным для стимулирования биологической эволюции является наличие у планеты достаточно близкого и относительно массивного спутника.

Диапазон масс планеты, уровень гравитации. Оптимальной для развития жизни на основе нуклеиновых и аминокислот является планета примерно с массой Земли $5 \cdot 10^{27}$ г. Маленькие планеты не смогут удерживать атмосферу и потеряют все запасы воды, а большие, напротив, удержат и сохраняют в своей атмосфере летучие газы со времён своего формирования. Изменение массы планеты чувствительным образом влияет и на ход всей эволюции планетного тела, его внутреннее строение. При повышении гравитации изменяются температуры и давления всех возможных сред обитания, изменяется и баланс энергетических затрат организмов.

Химический состав. Базовыми химическими элементами для организации биологической жизни являются органогенные элементы (Н, С, О, N), из которых в основном (до 60%) состоят белки и аминокислоты, и которые в космосе имеются в достаточных количествах (см. вопрос №811, стр. 224). По опыту нашей биосферы значительную (до 0,001%) долю массы живых организмов составляют также макроэлементы (Р, К, Са, S, Mg, Na, Cl, Fe и др.). В количествах до 0,000001% в организмах присутствуют жизненно важные микроэлементы (Mn, В, Со, Cu, Мо, Zn, V, I, Br, Al). Роль в жизнедеятельности ультрамикроэлементов (U, Ra, Ag, Hg, Be, Cs, Se и др. редкие элементы), содержание которых менее 10^{-8} , пока полностью не выяснена.

В космосе присутствуют сложные органические молекулы, до аминокислот и углеводов. Однако, если планета будет иметь существенные отличия химического состава от земного, то организация на ней биологической жизни будет или невозможна, или столкнётся с большими трудностями и приобретёт заведомо иные формы.

Дифференциация оболочек планеты. Разделение планетного тела на твёрдую и газообразную (как минимум) оболочки необходимо, по видимому, для создания многоклеточных организмов. Можно предполагать, что в протопланетном облаке на определённых расстояниях от центральной протозвезды могли быть условия, соответствующие условиям в атмосферах планет-гигантов. Вопрос о возможности существования простейших форм жизни в протопланетных газопылевых облаках, на планетозималиях, кометных ядрах и т.п. неоднозначен.

Атмосфера планеты, прозрачность общая, спектральная.

Атмосфера заселяемой планеты должна совмещать в себе несколько принципиальных функций. Во-первых, она должна защищать биологические организмы от жёсткого электромагнитного (ультрафиолет и выше) и корпускулярного облучения звёзды. В случае Земли «нижним» барьером от УФ служит озоновый слой (в эпоху до кислорода это могло быть поглощение в аэрозолях облачного слоя), а солнечный ветер экранируется магнитосферой (см. вопрос №0951, стр. 311).

Во-вторых, атмосфера должна обладать достаточной прозрачностью в видимом и инфракрасном диапазонах. Однако, развитие чрезмерных парниковых эффектов нежелательно из-за возможных тепловых дисбалансов.

Окислительные среды, кислород. На современной Земле основная часть органического вещества создается за счёт процессов фотосинтеза, однако, жизнедеятельность возможна и без доступа света. В 1887 г. С. Н. Виноградский открыл процесс хемосинтеза на примере нитрифицирующих бактерий, которые существуют за счёт энергии окисления аммиака. Помимо них, существуют автотрофные серобактерии (окисляют сероводород), железобактерии (закисное железо), метанобактерии и др. Многие неорганические вещества, которые служат основой для синтеза живого вещества хемосинтетиков (H_2 , CH_4 , NH_3 , CO , H_2S и др.), имеют широчайшее распространение в космосе. Существуют бактерии, осуществляющие фоторедукцию CO_2 (восстановление на свету) без участия кислорода. В среде без O_2 живут также анаэробные виды бактерий, использующие органические вещества.

Таким образом, на заселяемой планете в «тёмную» или «бескислородную» эпоху должны иметься какие-либо иные исходные химические соединения, окислительные среды, источники химической энергии.

Океаны, континенты, вулканизм, тектоника.

Для реализации жизни на основе нуклеиновых и аминокислот на планете необходимы достаточные количества жидкой и газообразной H_2O . Возможны реализации в других жидких средах. Для перспектив эволюции при этом крайне желательны наличие суши в виде континентов или больших островов, движения плит, активный вулканизм с выбросом многочисленных дополнительных химических ингредиентов и т. д.

Космические катастрофы. Падение крупных метеороидов (или даже астероидов) на планету может представлять определённую опасность для высокоорганизованных форм биологической жизни. Простейшие организмы такие катастрофы скорее всего переживут; более того, это может случить даже определённым стимулятором эволюции.

Однако, предположим, что всё, что надо, есть. Перейдем теперь к:

Основные этапы «озеленения» подобранной планеты мы можем (пока ещё не пообщались с инопланетянами) рассматривать только на примере собственной Земли. Напомним, что можно выделить следующие принципиальные стадии:

1. формирование протопланетного и планетного тела (см. вопрос № 754, стр. 205);
2. заселение его (пп. 1 и 2, возможно, следует поменять местами);
3. «соучастие» живых систем в дифференциации планетных оболочек;
4. создание эукариотических клеток;
5. активный фотосинтез и насыщение атмосферы кислородом;
6. охлаждение планеты и формирование гидросферы;
7. биологическая эволюция от простейших к многоклеточным организмам, от водных к сухопутным формам, далее к высшим формам с последующими коррективами условий окружающей среды.

Согласно последним данным метеоритики, на Земле имеется достаточно обширный класс метеоритов, именуемый по буквам трёх своих представителей «SNC». Находят их, как правило, во льдах Антарктиды, а прилетают они с ... других планет! Есть лунные камни, есть марсианские. ... Говорят, что в некоторых из них даже микробов нашли! (правда, окаменевших). По оценкам, только с Марса на Землю выпадает ежегодно ... 500 кг камней (!). Более того, выбросы твёрдого вещества в космос возможны и с поверхности Земли. А в более ранние эпохи, когда космической «мелочи» между планетами было во много раз больше, и столкновения с планетами происходили чаще, все планеты земной группы наверняка активно обменивались подобными «посылками».

С другой стороны, Л. Пастер в 1862 г. провёл свой классический опыт, когда стерилизованный раствор остался «незаселённым» бактериями даже при доступе воздуха через изогнутую трубку. На планете Земля биологические формы занимают очень тонкую (около 40 км) «плёнку жизни», ограниченную снизу магмой, а сверху ионосферой. Не исключено, что весьма значительные объёмы современной солнечной системы за время её эволюции также были подвергнуты температурной (недра планет) и радиационной (межпланетное пространство) стерилизации. Очевидно, что весьма многие биоценозы, которые могли бы существовать на планетных телах ранее, прекратили своё существование.

Где жить-то будем? Планеты земной группы, скорее всего, через этап заселения все прошли, однако, с существенно различными успехами и итогами. Космические эксперименты по выявлению актуально действующих форм жизни на Марсе принесли пока результат скорее отрицательный, чем положительный. Существуют, однако, другие точки зрения по вопросу корректности самой постановки данного эксперимента и полноты охвата поиском всех возможных типов жизнедеятельности.

Заселение планет-гигантов, по-видимому, возможно только с многочисленными ограничениями. Скорее всего, это будут весьма специфические (относительно земных) хемосинтезирующие микроорганизмы, живущие в отдельных, не менее специфических биопланетоценозах, и едва ли стоит питать оптимизм относительно многоклеточных и иных высокоорганизованных биосистем.

Другие планетные системы, в большом количестве открываемые в настоящее время около иных звёзд (см. стр. 150), пока приносят нам неутешительные вести. Используемые методы поиска предполагают обнаружение в первую очередь максимально массивных и максимально близких к звезде планет, которые получили наименование «горячих Юпитеров». Как говорится, что ищешь, то и найдёшь. Это, разумеется, всё прекрасно, но по обсуждаемой проблеме приносит ещё меньше оптимизма, чем наши собственные Юпитеры. Планеты, подобные Земле, будем надеяться, также существуют в большом количестве, и, будем надеяться, в ближайшее время также будут обнаружены в виду чудовищного прогресса астрономической техники. Ждём-с.

Напомним, что в любом случае заселение планеты земного типа по сценарию №3 «Биосфера» с последующей трансформацией атмосферы и иных оболочек планеты займёт время порядка 10^9 лет. А быстро, как известно, только кошки рождаются.

Кто первый?

К. Э. Циолковский: «Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели».

Пётр Великий: «Плывать по морю необходимо.»

Эти и другие аналогичные мысли беспорны.

Дискутировать, пожалуй, имеет смысл чисто технологические аспекты по реализации этих общечеловеческих задач. Целесообразно ли, например, тащить в дальний (очень дальний!) космос 70–100 кг биомассы и несколько тонн систем жизнеобеспечения на 1 человека? Не проще ли (дешевле) использовать иные (небиологические) способы исследований и получения знаний? В крайнем случае, оставаясь в рам-

ках генной инженерии и биологической эволюции, не проще ли создать более компактный и эффективный вид разумных существ под эти задачи, нежели рассылать повсюду *Homo sapiens*? Жизнь многих поколений в принципиально иных внешних условиях космического перелёта или другого планетного тела — это заведомо другой биоценоз, чем у прямоходящих обезьян.

А какие варианты?

1. Помимо рассмотренных выше процедур, связанных с формами живых систем на основе нуклеиновых и аминокислот, которые имеются иногда также углеродной жизнью, ряд авторов рассматривает теоретическую возможность организации живых систем на базе полимерных соединений кремния (Si). Аналогично углероду, кремний также имеет четыре валентные связи и способен формировать цепочки и иные многомерные молекулярные структуры. К сожалению, есть два препятствия. Во-первых, интегральная распространенность Si в космосе меньше, на один атом кремния приходится все-таки 11,1 атомов С. Во-вторых, полимерные соединения Si намного менее стабильны и требуют принципиально иных внешних физических условий. Не исключено, однако, что именно в этих, иных условиях, мы сможем встретить нечто, весьма любопытное.

2. Если следовать определению живых систем, то таковые возможны не только на биологической основе. Существует мнение, что эволюция от каменного топора до самопрограммируемых систем и производств и от первобытного возгласа и наскального рисунка до Интернета представляет собой пример самоструктурируемой информационной системы, начавшей свою эволюцию на базе нашего с Вами биологического вида, а затем включившей в себя и иные планетарные ресурсы. Перспективы развития и дальнейшей жизнедеятельности такой системы можно обсуждать.

В 1912 г. пассажирам 3-го класса «Титаника» не досталось места в шлюпках (см. вопрос №356, стр. 127). Не исключено, что для представителей вида *Homo sapiens* не зарезервированы места в каютах других планет.

3. Ну-ну, давайте останемся оптимистами. В конце концов, существует (YES!) другая планета, которая превосходит нашу и по предоставляемому пространству, и по обилию и разнообразию природных ресурсов, и по вариантам возможных путей нашей дальнейшей эволюции. И самое главное — лететь даже никуда не надо!

Это — Планета Океан.

Глоссарий

Биогеоценоз (экосистема) — это взаимообусловленный комплекс живых и неживых компонентов отдельных участков среды обитания, связанных между собой обменом веществ и энергии. Биогеоценоз — динамическая, взаимосвязанная и саморегулируемая система, которая является результатом глубокой адаптации составных элементов, диалектическое единство организмов и окружающей среды. Термин «Биоценоз» предложен (1877) немецким гидробиологом К. Мёбиусом.

Биосфера (витасфера) — это специфически организованное единство живых и минеральных элементов, которое проявляется в биогенной миграции атомов и осуществляется за счёт энергии солнечного излучения. Биосфера представляет собой иерархически построенное единство уровней биологической организации. Живое вещество определило современный состав на планете Земля атмосферы, осадочных пород, почвы, гидросферы. В биосферу входит вся совокупность биогеоценозов Земли. Термин «Биосфера» предложил (1875) австрийский учёный Э. Зюс. Учение о биосфере создал В. И. Вернадский (1863–1945).

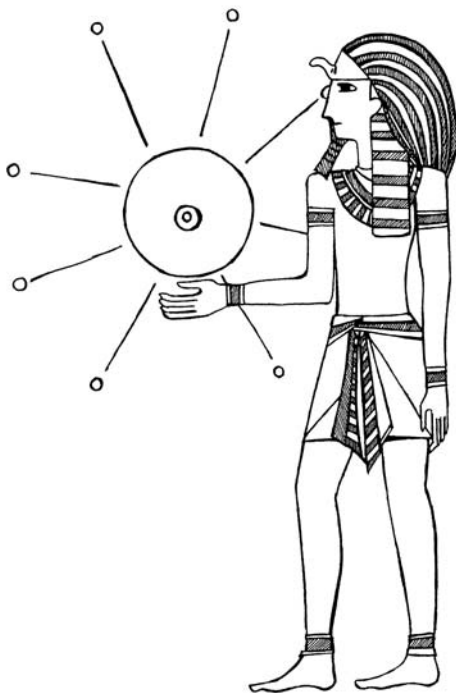
Живые системы — это сложные, обособленные и саморегулируемые системы, осуществляющие повышение степени собственной организации и структурированности (уменьшение энтропии) при взаимодействии с окружающей средой в условиях потока энергии и круговорота веществ.

Заселение планеты — процесс диспозиции (методами панспермии или самозарождения) на планете живых систем, их функционирования и интеграции в витасферу планеты.

Панспермия — процесс диспозиции живых систем на планетные тела путём их привнесения из внешней среды. Гипотеза космозоев (зачатков жизни) выдвинута (1865) немецким врачом Г. Рихтером. Гипотеза панспермии разработана (1907) шведским физхимиком Сванте Аррениусом (1859–1927).

Самозарождение — процесс возникновения живых систем из неорганических и органических соединений при благоприятных внешних условиях методом поэтапного усложнения структуры. Гипотеза возникновения жизни на Земле разрабатывалась А. И. Опариным (1894–1980).

Глава 23. Начало начал и начальники



930. Какое природное (астрономическое) явление могло бы подойти на роль «рождественской звезды»?

От Матфея: «(2.1): пришли в Иерусалим волхвы с востока, и говорят: (2.2) мы видели звезду Его на востоке и пришли поклониться Ему: (2.7) Ирод, тайно призвав волхвов, выведал от них время появления звезды: (2.9) звезда, которую видели они на востоке, шла перед ними, как наконец пришла и остановилась над местом, где был Младенец. . . ». Если предположить, что вся информация из Евангелия действительно каким-то образом отражает реально происходившие явления, то какие же логические предположения относительно этого события или феномена можно сделать, исходя из здравого смысла?

Относительно самих «волхвов» нет чёткого указания, кто же они такие. По-видимому, это были либо астрологи-гадатели, либо (по редакции Евангелия от Луки) просто пастухи. В любом случае это должны были быть люди, профессионально занимающиеся наблюдениями звёзд-

ного неба и прекрасно ориентирующиеся по нему, иначе бы они «по звезде» никогда бы не вышли в заданный квартал г. Вифлеема. Прибыли они «с Востока», что предполагает их приход в Палестину из междуречья Месопотамии, где астрономическая наука в древние времена была существенно более продвинутой, нежели в других местах.

Относительно «путеводной звезды» имеющаяся информация также позволяет сделать ряд выводов.

Во-первых, объект «звезда» должен быть достаточно ярким, чтобы быть чётко отождествляемым невооружённым глазом даже в условиях сумерек. Это означает, что в качестве нижней границы его яркости можно принять яркость Венеры (звёздная величина -4^m), а верхней — молодой Луны (около -10^m). Более яркий небесный объект, например, как полная Луна (величина -13^m) менее вероятен, так как привлёк бы к себе поголовное внимание, преждевременные и ненужные толки, и наверняка бы остался зафиксированным в тех или иных исторических документах.

Во-вторых, объект был достаточно компактным, иначе его квалифицировали бы не как «звезду», а как зарево, луч, облако или ещё что-нибудь в этом роде. Термин «звезда» ограничивает его видимые размеры диском Луны ($0,5$ градуса).

В третьих, время существования данного объекта должно быть достаточно продолжительным, иначе он не выполнит свою сигнально-путеводную функцию для волхвов. Разумно предположить, с учётом скорости передвижения и общественных реакций в ту эпоху, что «звезда» была наблюдаема в течение не менее месяца и не более года.

В-четвёртых, весьма желательно организовать перемещение «звезды» по небу в нужном направлении, не слишком медленно, чтобы оно было замечено специалистами-профессионалами, но и не слишком быстро. Скажем, одно созвездие за один-два месяца нас и волхвов вполне бы устроило. Это существенно меньше, чем скорость перемещения по небу Луны (около 12 град./день) и примерно соответствует скорости движения по небу Солнца (1 град./день) и планет.

В-пятых, объект, наблюдаемый одновременно из нескольких царств, пусть даже и столь карликовых, как Иудея в то время, должен находиться на расстоянии не ближе $300-500$ км, т. е. заведомо за пределами атмосферы Земли.

Наконец, в-шестых, желательно, чтобы объект «звезда Рождества» обладал бы тем ценным свойством, что сразу после выполнения своей миссии он бы исчез, не оставляя при этом никаких явных следов ни на земле, ни на небе.

Из возможных претендентов на роль рождественской звезды мы можем, по-видимому, сразу отсеять все атмосферные явления, будь то радуга, шаровая молния, или свечение газов. Также не подходят метеоры, т. е. космические пылинки, сгорающие в верхней атмосфере, ввиду их «мимолётности». По причине быстроты движения могут быть отвергнуты все низкоорбитальные спутники Земли и космические станции, столь красиво смотрящиеся на современном ночном небе (и которых в ту эпоху, по-видимому, ещё не было). Едва ли это была планета Венера, просто потому, что её свечение в виде «утренней» или «вечерней» звезды столь регулярно и обычно, что никем бы не было воспринято в качестве какого-либо сигнала. Более того, древние майя и инки вели регулярный календарь, согласованный с фазами Венеры.

Принципиально важно, чтобы в Рождество ничего не падало с неба вниз. Как написал один юный участник Турнира, рождественская звезда — это комета, которая появилась у Земли, чтобы показать место рождения младенца Христа, и которая прилетела прямо к нему в колыбель. Одна такая комета, весело помахивая хвостом, к нам уже прилетала. Это случилось в 1908 г., прилетел маленький фрагмент (осколок) кометы Энке, и все это теперь известно под названием «Тунгусская катастрофа». При этом тайгу в Сибири повалило на многие десятки километров, а ударная волна несколько раз обогнула земной шар. Впечатляющим зрелищем было падение фрагментов кометы Шумейкера–Леви–9 на Юпитер 16–22 июля 1994 г. Энергия взрывов оценена в 6 миллионов водородных бомб по 1 мегатонне каждая (хорошо, что Юпитер при этом был от нас дальше, чем Вифлеем). В качестве ещё одного наглядного примера последствий падений из космоса можно привести метеоритный кратер в Аризоне (диаметр 1240 м). Даже падение самых обычных метеоритов (средний вес которых составляет 3–15 кг) для младенца нежелательно, а в других местах замечено при этом не будет.

Первым серьёзным претендентом является взрыв сверхновой звезды. С астрофизической точки зрения это событие происходит на поздних стадиях эволюции массивных звёзд. После завершения этапа горения гелия в звезде образуется углеродно-кислородное ядро, которое затем, в зависимости от массы звезды и конкретного сценария эволюции, претерпевает гравитационный коллапс или термоядерный взрыв, за счёт которого сбрасывается большая часть первоначальной массы звезды. К классу сверхновых относятся вспышки звёзд с потоком излучения, превышающим 10^{41} эрг/с, и суммарной энергией в оболочке до 10^{51} эрг. Скорость расширения оболочки достигает 14000 км/с. Блеск звезды за 10–15 суток увеличивается в миллионы и миллиарды раз, ино-

гда превосходя суммарную светимость всей родительской галактики. После 20–30 дней максимума наступает плавное уменьшение яркости звезды, так что общая длительность инструментального наблюдения сверхновых может достигать почти года. После взрыва на месте прежней звезды остается нейтронная звезда в центре и расширяющаяся оболочка вокруг неё. В нашей Галактике обнаружено более сотни таких остатков сверхновых. Самым известным из них является Крабовидная туманность в созвездии Тельца, в центре которой находится пульсар. Как было установлено, соответствующая ей вспышка произошла в 1054 г. и была описана в китайских хрониках, как «звезда-гостья». Всего в нашей Галактике за последние 1000 лет произошло 6 таких событий. Два из них непосредственно наблюдались Тихо Браге в 1582 г. и Иоганном Кеплером в 1604 г. Их видимая яркость была сопоставима с Венерой. Удивительно, однако, что последняя вспышка около 1658 г., породившая ярчайший радиоисточник Кассиопея А, не была зафиксирована астрономами того времени.

Сверхновые звёзды хорошо использовать в качестве сигнала об исключительно важном событии ещё и потому, что они имеют действительно вселенское значение. Только в процессе взрывов сверхновых формируются все химические элементы с массой больше Fe (железа)²⁸, и обогащённая тяжёлыми элементами газовая смесь выбрасывается в космос. Благодаря сверхновым образуется исходный материал для последующего создания любых планет и их обитателей. К сожалению, среди известных сейчас остатков мы не можем указать «достойного кандидата» на момент начала н. э. (Рождества Христова).

Следующим возможным претендентом на роль «Вифлеемской звезды» является т. н. «парад планет», т. е. сближение на небе нескольких ярких планет. Действительно, в 7 г. до н. э. в созвездии Рыб произошло тройное соединение Юпитера и Сатурна, таким образом, что их петли попятного движения по небу расположились очень близко, практически друг над другом. В течении всего этого года Юпитер и Сатурн (кстати, две наиболее яркие планеты, после Венеры) двигались почти синхронно на расстоянии не более 1,5 градусов на небе. При этом трижды: 29 мая, 29 сентября и 04 декабря 7 года до н. э., — они сближались почти на угловой размер Луны (1/2 градуса), демонстрируя соединение в противостоянии. Выглядеть всё это должно было действительно шикарно.

²⁸ Имеются ввиду химические элементы с атомным номером, большим, чем у железа (№ 26).

Все эти явления совпали по времени со значительным «брожением умов» в Палестине перед первой Иудейской войной. Иудеи, находясь в состоянии оккупации Римской империей, уже много лет в соответствии с предсказаниями Ветхого завета ждали прихода мессии-освободителя. При этом Сатурн (планета судьбы) считался «звездой иудеев», а Юпитер, по поверьям, приносит счастье. К тому же, эта впечатляющая небесная картина разворачивалась в Рыбах, т.е. непосредственно рядом с точкой весеннего равноденствия, да ещё и в эпоху её «исхода» из созвездия Овна (см. вопрос №569, стр. 179). Так что вовсе не исключено, что «небесный танец» двух «высочайших» планет (а Юпитер и Сатурн по представлениям той эпохи были крайними и последними планетами мироздания) действительно мог вызвать весьма широкие общественные обсуждения и религиозные толкования. Кстати, весь период тройного соединения не только предоставляет волхвам время, необходимое для их миссии, но и хорошо согласуется с интервалом между Благовещением и Рождеством. Определённым недостатком парада планет является то обстоятельство, что это явление общее для всей Земли и не способно служить указателем ни на конкретный регион земного шара, ни на конкретный город, ни уж тем более на конкретный хлев.

Традиционным исполнителем данной роли «звезды» считается комета. Наиболее известной иллюстрацией на эту тему является знаменитая фреска Джотто «Поклонение волхвов» (1305 г.) в часовне Арена в Падуе, на которой натурой для Вифлеемской звезды послужила не менее знаменитая комета Галлея в свой приход к Земле в 1301 г.

Кометы, как известно, — это малые тела Солнечной системы (размер ядра кометы Галлея — 11 км), состоящие из замёрзших газов и пыли и движущиеся по очень вытянутым орбитам. Будучи совершенно незаметны в обычный период своего существования, при приближении к Солнцу они начинают испаряться, сильно «вырастают» в размерах и яркости и при прохождении близко от Земли представляют собой фантастическое зрелище «хвостатой» или «косматой» звезды (coma = волосы, cometa = запятая). Неожиданно для многих они появляются на небе, разгораясь, пролетают заметный путь на фоне звёзд, и через неделю или месяц-другой вновь скрываются в глубинах космоса. Как написал в своей работе Александр Алексеев: «Это легко установить, проверив записи астрономов того времени в других точках Земли, комета должна была быть видима и в других местах». Это верно, но, к сожалению, по сравнению с Древней Грецией или Вавилоном, данная эпоха отличается значительно более низкой наблюдательной культурой и отсутствием письменных астрономических источников.

Хвост кометы при этом может служить почти идеальной стрелкой — указателем направления. В принципе, можно даже так подгадать траекторию движения кометы и момент её «запуска», чтобы на начальном этапе она была видна на западной половине неба и «вела» волхвов с востока в Иерусалим, затем, после их беседы с Иродом, перешла бы на восточную сторону и повела их обратным курсом на Вифлеем, а в момент, когда волхвы бы подошли к нужному месту, вошла бы в соединение с Солнцем и исчезла. В любом случае комета (непериодическая) очень хорошо выполняет 6-е требование к «рождественской звезде»: после околоземного пролёта она или исчезает в глубинах космоса, или падает на Солнце, не оставляя после себя следов. Соответственно, и проверить данное предположение также не представляется возможным.

Во всяком случае, полного соответствия всем требуемым по тексту Евангелия наблюдательным параметрам ни один из возможных астрономических объектов не обеспечивает. Это означает либо неточность, допущенную в тексте при его написании и последующем редактировании, либо отсутствие самого события.

Наиболее простым решением данной проблемы с точки зрения современных технологий представляется развёртывание в заданное время в одной из точек либрации большого направленного солнечного отражателя, аналогичного российскому космическому проекту «Знамя». К счастью, службы наблюдения за космическим пространством до настоящего времени не обнаружили каких-либо объектов искусственного происхождения, могущих иметь столь длительное время своего прежнего существования, как 2000 лет.

936. В какую сторону света ориентированы следующие сооружения и почему: Большой Сфинкс (Египет, около 2700 г. до н. э.), Стоунхендж (Британия, около 2000 до н. э.), храм Соломона (Иерусалим, 950 до н. э.), Колизей (Рим, 80 г.), Айя-София (Стамбул, 565 г.), Боробудур (о. Ява, около 800 г.), храм Воинов (Чичен-Ица, 10–16 вв.), квадрант Улугбека (Самарканд, 1425 г.), собор Святого Петра (Рим, 1506–1612 г.), Пулковская обсерватория (Санкт-Петербург, 1839 г.), Главное здание МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, 1953 г.), Мечеть на Поклонной горе (Москва, 1995 г.)? А в какую сторону спускается Одесская «Потёмкинская» лестница (1826–1841 г.)?

«Также удачно закончил он великую распрю между белыми и чёрными магами. Белые утверждали, что нечестиво, молясь богу, обращаться на северо-восток; черные уверяли, что бог гнушается молитвами людей, обращающихся к юго-западу. Задиг приказал обращаться в ту сторону, в какую каждый хочет».

Вольтер («Задиг, или Судьба»)

Совершенно естественно, что все перечисленные здесь сооружения, во-первых, ориентированы, т. е. отнюдь не располагаются случайным или хаотичным образом, а во-вторых, ориентированы с определённым умыслом. Когда люди в ту или иную эпоху тратят достаточно много времени, сил и денег на строительство, они, как правило, всё-таки думают, что они делают. Подавляющее большинство сооружений следовало тем или иным религиозным установкам своего времени, но некоторые представляют собой выбор направления по требованиям астрологии, рельефа или условий градостроительства. (Иванов Алексей: «сооружения были ориентированы в сторону, где располагались божества или определённые тайные места».)

Большой Сфинкс (Египет, ок. 2700 г. до н. э.). Находится на плато Гиза к юго-западу от современного г. Каира на западном берегу р. Нил. Представляет собой высеченную из камня (песчаник) фигуру лежащего льва с головой человека длиной 57 метров. В классической египтологии считается, что Сфинкс входит в состав комплекса Больших пирамид, и соответствующим образом датируется. Имеются и другие суждения о его возрасте, основанные главным образом на сильной эрозии поверхности Сфинкса под действием дождей в прошлые эпохи.

Подавляющее большинство школьников знает, что Большой Сфинкс направлен в сторону долины Нила и точно на восток. Дело в том, что, по представлениям древних египтян, на западе, где садится Солнце, и где простираются безжизненные пустыни, находится страна мёртвых. Соответственно, действующие храмы и поселения находились на восточном берегу Нила, а гробницы и прочие «города мёртвых» располагались, как правило, на западном. Ориентирование Большого Сфинкса на восток, на точку восхода Солнца, вызвано, по видимому, также религиозными соображениями (религия Египта называется «солнечной» по культу бога Ра).

Некоторые авторы связывают сооружение столь грандиозного монумента в форме льва с эпохой, когда точка весеннего равноденствия находилась в созвездии Льва, более 10000 лет назад.

Стоунхендж (Британия, около 2000 г. до н. э.). Мегалитический памятник древности, расположенный недалеко от г. Солсбери. Он представляет из себя систему концентрических колец диаметром 30 м из камней-монолитов высотой до 5,5 м с лежащими на них каменными плитами (т. н. «трилиты»). Комплекс сильно разрушен. Это сооружение окружено несколькими кольцами из углублений, дополнено длинной «аллеей» с визирным камнем в её конце высотой 6 м и массой 35 т (т. н. «Солнечный» или «Пяточный камень»). Точно над ним восходит Солнце в день летнего солнцестояния. Считается, что Стоунхендж был сооружён в три этапа в период с 2000 до 1600 г. до н. э. и являлся календарно-астрономической обсерваторией (культовым сооружением, разумеется, тоже). Анализ точного положения отдельных элементов Стоунхенджа и образованных ими визирных линий по различным азимутам показал, что это сооружение с весьма высокой точностью фиксирует основные точки восхода и захода Солнца в разные сезоны года (с учётом наклона эклиптики) и Луны (с учётом наклона её орбиты). С его помощью можно не только наблюдать движение светил по небу и вести точный календарь, но и предсказывать затмения. Соответственно, можно сказать, что весь комплекс Стоунхенджа ориентирован на точку восхода в летнее солнцестояние (азимут $51,3^\circ$) или примерно на северо-восток.

Храм Соломона (Иерусалим, 950 г. до н. э.). Основной (и единственный) храм в религии иудаизма Иудейского государства (ныне не существует). Первоначально, после исхода евреев из Египта (при фараоне Рамсесе 3, около —1300 г.), «рандеву» Моисея с Богом на горе Синай, и в ходе последующих перемещений по пустыням Ближнего Востока, евреи хранили свою святыню в особом ящике («Ковчег Завета»). На стоянках вокруг Ковчега организовывалось временное святилище («Скиния Завета»), которая состояла из двора жертвоприношений, храмового помещения-палатки, затем Святая Святых, где и находился собственно Ковчег. Структура Скинии в основных чертах повторяла основные принципы построения древнеегипетских храмов, также имевших систему уменьшающихся дворов и помещений, самое оберегаемое из которых находилось в глубине храма. Но для подчёркивания принципиального отличия от прежней, «неверной» языческой религии была изменена ориентация всего хозяйства: египетские храмы развёрнуты фасадом к берегу Нила, как правило, на запад, а внутренними помещениями — на восток; вход же в иудейский «походный храм» осуществлялся с востока, Ковчег хранился на его западном конце. Размеры Скинии были скромными: 50×100 локтей (в Египте 1 «малый

локоть» = 44,4 см, 1 «царский локоть» = 52,5 см). Во время последующих походов по пустыням и стычек Ковчег успел даже побывать у филистимлян в качестве «военного трофея».

Когда иудейское государство после продолжительных войн и потрясений более-менее прочно обосновалось в Палестине, царь Соломон решил упрочить свой внутренний и международный авторитет тем же путём, как это делали многие фараоны, цари, папы и генеральные секретари и до и после него. Он провозгласил Иерусалим столицей Израиля и соорудил в —950 г. Храм Яхве по уже устоявшейся схеме Скинии. При этом в целях большей концентрации религиозного авторитета у нового жречества утверждалось, что центр Храма располагался точно над местом жертвоприношения Авраама. Расцвет этого периода Израиля был непродолжителен: в —722 г. его разгромили ассирийцы, а в —586 г. вавилоняне захватили Иерусалим и полностью разрушили храм Соломона (сам Ковчег при этом потерялся).

В —539 г. царь Кир 2 «отпустил» евреев из вавилонского «плена», и вернувшиеся в Иерусалим около —520 г. построили т. н. 2-й Храм на том же месте по той же схеме (с востока на запад). Полтысячелетия спустя Палестину заняли римские войска, и в —63 г. главнокомандующий Помпей нанёс визит в храм, и даже осмотрел помещение «Святая Святых» (Иудейское царство в дальнейшем юридически являлось «союзником» и «вассалом» Рима). Царь Ирод Великий (—37 — 4 гг.) на вершине горы Мориа расчистил от посторонних построек обширное пространство — квадрат со стороной 750 футов (около 225 м), существенно перестроил и украсил т. н. «внешний храм», и окружил его двор мощными стенами. В этом комплексе размещался двор менял (предтеча банков и пунктов обмена валюты), здесь же заседал Синедрион (высший религиозный орган и суд иудеев). Большинство иерусалимских сцен из Евангелия (около 30 г.) происходит именно внутри или около храма Ирода (Иудея в это время стала провинцией Римской империи).

В 66 г. вспыхнуло восстание (1-я Иудейская война), которое было подавлено римлянами самыми brutальными методами (по данным Иосифа Флавия, было убито более миллиона евреев). В 70 г. главнокомандующий Тит (будущий римский император) захватил Иерусалим и вновь полностью разрушил 2-й храм, причём в тот же день, что и вавилоняне — 1-й. В 130 г. император Адриан на месте Иерусалима повелел построить новый римский город Элиа Капитолина, а на месте храма Соломона — храм Юпитера. Это вызвало новое восстание иудеев (2-я Иудейская война, 132 г.). Наконец, после того, как Палестину захватили арабы в 638 г., они на этом же месте построили свои, «более пра-

воверные» святилища. Утверждается, что именно с того самого камня, на котором Авраам чуть было не зарезал своего сына (около —1800 г.), пророк Мухаммед вознёсся на небо в 632 г. (а Христос чуть раньше в 30 г. вознёсся буквально с соседнего холма). В настоящее время точно на месте храма Соломона находится мечеть Куббат ас-Сахра (Купол Скалы, или Мечеть Омара). До настоящего времени от храма Ирода дошли всего две руины: южная часть от западной стены внешней ограды храма (известная с 1967 г. как «Стена Плача») и заложенные блоками и застроенные т. н. «Золотые ворота» — бывшие входные арки в восточной стене. Утверждается, что эти ворота сами собой открываются в момент прихода Мессии. Эти руины однозначно обозначают и ориентацию бывшего храма: вход с востока, внутренняя часть — на западе. Часть ортодоксальных иудеев считает, что необходимо восстановить 3-й Храм на историческом месте, но есть и такое мнение, — что не сто́ит.

Колизей (Амфитеатр Флавиев) (Рим, 80 г.). Чтобы городской плебс не впутывался в государственное управление и не бунтовал, Древний Рим жил по принципу: «хлеба и зрелищ»; хлеб привозили из Египта и бесплатно раздавали, а для устройства зрелищ строили цирки (для конских скачек) и амфитеатры (для сражений гладиаторов). После падения диктатуры сумасброда Нерона, с одной стороны, и успешного подавления восстания в Иудее, с другой, «солдатский» император Веспасиан решил отметить своё правление широким жестом «для блага народа». Он, а затем его сын Тит построили на месте Золотого дворца Нерона небывалый по размерам амфитеатр, получивший название «колоссальный». Колизей представляет собой овальную чашу (188 × 156 м) из арены (86 × 54 м) и круговых трибун высотой до 49 м. Его императорский статус определял его использование для торжественных представлений (преступников и христиан казнили в других местах). В настоящий список выдающихся сооружений Колизей поставлен также как пример имперского строительства, но он круглый и, естественно, никуда не ориентирован (большая ось проходит по линии восток-запад).

Айя-София (Стамбул, 565 г.) — следующий пример религиозного и имперского строительства. Никто из участников Турнира, правда, не обратил внимания на сознательный подвох: столица Восточной Римской империи (Византии) с 330 г. называлась Константинополь. Западная Римская империя, как известно, в 476 г. прекратила своё существование, а с римским папой, претендовавшим на светскую власть, нарастало «недопонимание». Поэтому император Юстиниан (527–565) принял решение утвердить авторитет единственной великой державы

тогдашнего мира, православного христианства (ну и свой собственный, заодно) тем же строительно-монтажным способом: в 563–565 гг. был построен грандиозный собор Святой Софии. Как говорят, при «сдаче» объекта Юстиниан самодовольно воскликнул: «Я превзошёл тебя, Соломон!».

Нужно заметить, что христиане столь же принципиально подчёркивали своё отличие от иудаизма, как иудеи от язычества. Например, 1-й Вселенский собор 325 г., проходивший в г. Никее (куда тогдашнего папу римского Сильвестра 1, кстати, даже не позвали), помимо отработки символа веры весьма большое внимание уделил проблеме религиозного календаря (Пасхалий). Начало года было установлено на 25 марта (Благовещение) и определён порядок празднования Пасхи в первое воскресенье после первого полнолуния после весеннего равноденствия, специально, чтобы христианская Пасха, не дай бог, не совпала с Пасхой иудейской. Аналогично, все свои храмы христиане стали разворачивать в обратную сторону относительно храма Соломона: вход с запада, алтарь — на востоке (где восходит Солнце, куда смотрит Сфинкс).

Ориентация Святой Софии, естественно, следовала стандартным христианским канонам: алтарь на восток. Но когда через полторы тысячи лет Византия пала, Константинополь был захвачен турками (в 1453 г.) и переименован в Истанбул, мусульмане решили не разрушать «неправильный» храм (сказался дефицит строительной техники в тот момент), а просто его переименовать «по-правильному». Собор переименовали в Айя-Софию, михраб поместили в юго-восточный угол собора (направление на Мекку), рядом позднее построили минареты. Из-за этой переделки Айя-София, возможно, единственная мечеть, в которой молящиеся вынуждены располагаться под углом относительно основного объёма здания.

Боробудур (о. Ява, около 800 г.) — знаменитый буддийский храм. Он представляет собой пирамиду из 10 ярусов общей высотой 100 футов (30 метров) на квадратном основании со стороной 400 футов (122 м). Верхние ярусы пирамиды имеют круглую форму, на них размещены 504 статуи Будды и 1460 барельефов на религиозные сюжеты.

Общая структура храма (круг в квадрате, или «мандала») отражает модель устройства Вселенной по представлениям буддизма; посетитель Боробудура по мере подъёма на верхние ярусы как бы попадает на более высокие уровни духовного «просветления». Квадратное основание Боробудура ориентировано строго по сторонам света (север–юг, запад–восток).

Храм Воинов (Чичен-Ица, 10–16 вв.) — одно из сооружений (40×40 м) грандиозного комплекса майя в древнем городе Чичен-Ица на территории Мексики (название храма условное). Как полагают специалисты по религии древних народов Центральной Америки, осуществление жертвоприношений (в т. ч. человеческих) имело целью не только «задобрить» богов или «улучшить» условия пребывания погибших воинов в потустороннем мире, но и «восполнить» кредит времени существования, который «отпущен» этому миру. Соответственно, большие жертвоприношения могли продлить существование народа и государства на больший срок. На вершине храма Воинов, где убивали жертвы, находится статуя бога Чак-Мооль, который смотрит на запад, в сторону заходящего Солнца и богов потустороннего мира; соответственно с востока на запад ориентирована и пирамида храма Воинов.

Ещё более определённую астрономическую привязку по сторонам света имеет расположенная рядом, в составе того же религиозного комплекса квадратная пирамида Кукулькан («Пернатый Змей»), имеющая 9 ярусов-ступеней и 4 лестницы по сторонам. По легенде, этот Змей в нужное время спускается с неба на землю. Пирамида выстроена таким образом, что на закате в день равноденствия (когда Солнце точно на западе) тень от уступов пирамиды образует на западном торце северной лестницы пирамиды ломаную тень в виде медленно извивающейся «сползающей» змеи. Для правдоподобия снизу лестницы даже приделана огромная каменная голова Змея.

Квадрант Улугбека (Самарканд, 1425 г.). Многие участники писали, что «квадрат» ориентирован то ли углом на север, то ли по сторонам света. Правильные ответы дали Архангельский Всеволод и Одинокоев Алексей: «квадрант Улугбека ориентирован на юг, это позволяло вычислять кульминации светил и время прохождения через небесный меридиан».

Прежде всего, нужно сказать, что до изобретения телескопа в астрономии для измерения угловых расстояний между светилами применялись квадранты ($1/4$ часть круга или 90°), секстанты ($1/6$ или 60°) и октанты ($1/8$ или 45°). Эти инструменты (из дерева, затем из металла) представляли собой соответствующую часть круга, в центре которого закреплялась планка визира, свободный конец которого мог скользить вдоль угломерной шкалы, отградуированной по дуге. Как правило, угломерные инструменты фиксировались в плоскости меридиана постоянно (стенные квадранты), и измерение координат звёзд при этом сводилось к измерению их высоты над горизонтом в момент кульминации. Естественно, что плоскость квадранта при этом направлена на юг.

Улугбек (1394–1449) был внуком Тимура и Ханом Самарканда, но мы его помним как Великого астронома (ханов — как тараканов, а Улугбек — один). В 1425 г. он построил величайшую в мире (по тому времени) астрономическую обсерваторию. Здание обсерватории имело форму круга в плане и высоту около 30 м. Главным инструментом обсерватории Улугбека был квадрант гигантских размеров — радиусом 42,9 м (чем больше радиус, тем выше точность угловых измерений). Фактически здание обсерватории служило для него «футляром», при этом верхняя часть дуги квадранта доходила до крыши здания, а нижняя уходила даже ниже уровня почвы; она была вырублена в скале на глубину до 11 м, и благодаря этому сохранилась до наших дней. Дуга квадранта представляет собой двойной мраморный «рельс» шириной 2 м, вдоль которого на мраморных плитах нанесена градусная шкала. Наблюдались светила через окошко в южной стене, в месте геометрического центра круга квадранта, а их вертикальная координата фиксировалась в момент прохождения меридиана на дуге с помощью подвижных визиров. Наблюдатель мог перемещаться вдоль рельса по специальным ступеням, и за счёт громадных размеров инструмента измерять координаты звёзд с невиданной точностью (1 секунда дуги соответствует 0,2 мм на шкале). Точность звёздного каталога «Зидж Улугбека», первого каталога после Гиппарха, осталась непревзойдённой до работ Тихо Браге. Естественно, что квадрант Улугбека ориентирован строго на юг (его отклонение не превышает 10 угловых секунд! = 2 мм!).

В отличие от большинства сооружений из рассматриваемого списка, квадрант Улугбека не имел никаких религиозных функций, а был исключительно научным наблюдательным инструментом — вот именно за это священники его (Улугбека) и убили.

Собор Святого Петра (Рим, 1506–1612 г.) — главный собор католической церкви. За 1000 лет со времён падения Римской империи римские папы серьёзно укрепили свою не только духовную, но и светскую власть: папа был Главным начальником Запада, а все короли и императоры были у него «на посылках». Естественно, что такое положение вещей потребовало и надлежащего оформления в виде очередного грандиозного сооружения.

На правом (западном) берегу Тибра у подножия Ватиканского холма располагался цирк Нерона (от него, кстати, остался обелиск из Гелиополя, который до сего дня стоит на площади Св. Петра). По преданию, в 66 г. по приказу того же Нерона в цирке казнили, обвинив в поджоге Рима, проповедника новомодного тогда суеверия Петра и прочих «неправильных» христиан. (Пётр имел в тот момент Иудейский пас-

порт, а вот другой христианский проповедник, — Павел, — оказался гражданином Рима, пришлось его казнить в более приличном месте, чем какой-то цирк.) Утверждается, что в центре собора Св. Петра, под папским престолом, это самое место и есть. На этом же месте существовали ранее прежние, меньшие храмы Петра, первый из которых построил император Константин в 324–329 гг. Во втором соборе в 800 г. папа Лев 3 короновал Карла Великого Императором Запада. Нынешний, третий по счёту собор является выдающимся памятником мировой архитектуры и искусства. В его сооружении принимали участие Браманте, Рафаэль, Микеланжело. Расходы на строительство были столь непомерны (собор действительно колоссален, весь в мраморе и золоте), что для покрытия прорех папской казны пришлось возобновить торговлю индульгенциями (предварительными «отпущениями» грехов, нечто вроде ваучеров на будущие преступления), — это вызвало протест Лютера, Реформацию и последующий раскол Европы.

Собор Св. Петра представляет собой не просто имперский памятник, но и забавное исключение из общего «христианского» правила: его алтарь обращён не на восток, а совсем даже на запад. Случилось это не из-за Соломона, а всё из-за того же Нерона, который столь непредусмотрительно расположил свой цирк на западном конце Рима, и на западном берегу Тибра. С запада цирк ограничивал Ватиканский холм; ну, для цирка это всё равно, а вот вход в храм с этой стороны сделать было уже никак невозможно. Посетители цирка (а позднее и собора), естественно, из города Рима шли на запад, и переходили реку Тибр тоже на запад. Ну не подниматься же им после этого в гору, не обходить же храм кругом, чтобы попасть в него, если бы его построили «по правилам»? Сколько бы тогда посетителей дошло бы до храма по столь «загогулистому» пути? Удобства клиента — закон для любой фирмы, — пришлось католическим проектировщикам в данном случае отойти от христианских заповедей и устроить вход на востоке.

К слову сказать, для католических церквей в Италии, расположенных в центре древних городов, улицы которых были проложены задолго до Рождества Христова, подобное предпочтение условиям градостроительства перед божественными установлениями далеко не редкость. В историческом центре Рима, Неаполя, Венеции и других городов нередко можно видеть церкви, расположенные на противоположных сторонах улицы, и алтари которых ориентированы, естественно, в противоположные стороны, по входу с улицы, а не по восходу Солнца.

Пулковская обсерватория (Санкт-Петербург, 1839 г.). Пулковские высоты господствуют над дельтой Невы, отсюда ещё Пётр 1 рас-

сматривал местность в 1703 г. при планировке города. 160 лет назад это было лучшее место к югу от центра Петербурга для Главной астрономической обсерватории, основанной Николаем 1, — будущей «астрономической столицы мира». Из заключения Академии наук: «наивыгоднейшим для сего предмета была бы вершина Пулковской горы по причине обширного горизонта, коим она обладает» (хотя сейчас обсерватория уже входит в черту города). По счастливому стечению обстоятельств мимо ворот обсерватории проходит на юг Пулковское шоссе, по которому государь-император следовать изволил в свою загородную резиденцию Царское Село. Это, а также важность для нужд государства и армии предстоящих обсерватории астрономических координатных и геодезических работ, определили то внимание, которое уделял «своей Обсерватории» военный инженер Николай Павлович. От центра Круглого зала главного корпуса Пулковской обсерватории отсчитывались географические координаты всех крепостей, портов, дорог и городов всей Российской империи. Координатная специфика работ и любовь обоих императоров к порядку определила и такое градостроительное решение, как проведение Московского проспекта и далее Пулковского шоссе точно на юг от шпиля Адмиралтейства. Если смотреть от Обсерватории на север, в сторону города, то прекрасно виден этот проведённый на десятки километров «Пулковский меридиан». Все корабли России отсчитывали свою долготу от нашего, Пулковского меридиана, пока в 1884 г. за нуль-пункт отсчёта долгот на всём земном шаре не был принят меридиан, проходящий чрез ось пассажного инструмента Гринвичской обсерватории (0-й или Гринвичский меридиан).

Основные задачи астрометрии, — определение координат звёзд и составление фундаментальных каталогов, — определили и основное астрономическое «вооружение» Пулковской обсерватории: меридианные круги и пассажные инструменты, которые по определению располагаются в меридианной плоскости, т.е. с севера на юг, аналогично квадранту Улугбека. Размещены они были не вразброс, а параллельно друг другу в боковых крыльях главного корпуса здания обсерватории. Так что даже чисто «производственные» причины, помимо архитектурных и градостроительных, побудили архитектора Александра Брюллова расположить здание обсерватории по линии восток-запад. Северный фасад обсерватории смотрит на Петербург и Пулковский меридиан, а южный предоставляет возможность меридианных наблюдений.

Главное здание МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, 1953 г.) — наиболее выдающийся памятник имперской мощи СССР и торжества социализма при И. В. Сталине. После Победы 1945 г. была осуществ-

лена программа строительства 7 высотных зданий в Москве, которая изначально имела не столько градостроительное, сколько политическое значение. Чтобы подчеркнуть отличие от американских небоскрёбов (которые всё равно были выше), и вообще от всего «загнивающего» Запада, для сталинских высоток была выработана специальная архитектурная форма в виде многоступенчатой сужающейся пирамиды со шпилем (наверху, естественно, 5-конечная звезда). Наиболее высокой (225 м) была пирамида МГУ на Ленинских горах, которая должна была господствовать над всей Москвой, особенно над центром города (и успешно это делает до сих пор, за исключением ну совсем дальних окраин). Это соображение определило не только особенную форму данной высотки, но ориентацию её главного фасада в сторону Кремля, т.е. на северо-восток. Главный вход и оформлен был необычайно торжественно и помпезно, в лучшем стиле лучших империй — специально для визита самого Хозяина. Многие студенты МГУ ошибочно считают главным выход в сторону юго-запада, к памятнику Ломоносову, в то время как это задний вход, для людей. (Бурьевая Елена: «Я решила так потому, что представила себе карту метрополитена, а Университет находится в нижнем левом углу»). Кроме 7 шт. в Москве, аналогичный высотный «подарок СССР» украшает и центр Варшавы.

Мечеть на Поклонной горе (Москва, 1995 г.) — одно из религиозных сооружений в составе комплекса Победы советского народа в Великой Отечественной войне. В отличие от всех предшествующих мировых религий, образцы храмового строительства которых рассмотрены выше, ислам предъявляет особенно жёсткие условия по ориентации своих сооружений. Правоверные, в отличие от православных, во время молитвы должны обращаться в сторону г. Мекки (ныне на территории Саудовской Аравии), даже если в нужный момент они находятся в пути. В мечетях это направление обозначает специальная ниша в стене («михраб»), а само здание мечети должно быть ориентировано по азимуту Мекки («кыблы»).

Для расчёта кыблы необходимо знать (как можно более точно) не только широту своего местоположения, но и долготу. Этому обстоятельству мы должны быть весьма благодарны, поскольку именно данная религиозная потребность заставляла мусульманских учёных на протяжении почти 1000 лет от разгрома христианами науки на эллинистическом Востоке (включая Александрийский Музей) и до эпохи Великих географических открытий выступать в качестве хранителей и продолжателей общечеловеческих знаний, включая математику и астрономию. Если сравнить координаты Москвы (37,5° в. д., 56° с. ш.) и Мекки

(40° в. д., 21,5° с. ш.), то видно, что мечеть в Москве должна быть направлена почти на юг.

Большая («Потёмкинская») лестница (Одесса, 1826–1841 г.). Одесса была основана в 1795 г. А. В. Суворовым (1729–1800) как приморская крепость и порт для военного флота (бывш. Гаджибей). Естественно, что центральная часть города расположена на высоком берегу, а парадная лестница спускается вниз к морю и порту. Многие ошибочно написали, что Потёмкинская лестница построена князем Григорием Потёмкиным-Таврическим (1739–1791). На самом деле лестница была построена по проекту военного инженера Николая Павловича (по совместительству — императора Николая I), а имя своё получила после классических кадров расстрела из фильма С. М. Эйзенштейна (1898–1948) «Броненосец Потёмкин» (1925 год). Многие участники Турнира, вспоминая по карте, что Одесса на берегу Чёрного моря, а Чёрное море на юге, написали, что лестница спускается к морю на юг. На самом деле «Потёмкинская лестница» в Одессе спускается на север.

Случился этот забавный казус из-за особенностей береговой линии в данном месте, которое именно поэтому и было выбрано для крепости. Берег Чёрного моря около Одессы загибается в виде буквы *S*. Нынешняя Одесса занимает нижнюю половину этой буквы в виде округлого выступа на восток. Исторический центр и лестница расположены точно в центре буквы, на её перекладине (т. е. на берегу), идущей с востока на запад. Верхнюю половину буквы занимает акватория порта, в который с запада (в левую верхнюю часть буквы) впадает бывший лиман, перегороденный естественной дамбой, общеизвестной как Пересыпь. Далее на север берег плавной дугой поворачивает вновь на восток, в сторону Николаева и Херсона (правильный ответ дала Прудникова Лена).

941. Какой меридиан — «папский»?

См. ответ на вопрос № 950, часть 11, стр. 298.

Глава 24. Новый Свет — всё «по-новой»



950. У короля Португалии Жуана 2 в 1483 г. Колумб встретил весьма скептическое (и это мягко сказано) отношение к своему предложению. В чём изначально состояла главная ошибка Колумба? В чём заключалась истинная причина обвинения и ареста Колумба после его возвращения из Америки?

Предприятие Колумба продолжает оставаться одним из наиболее впечатляющих подвигов человеческого гения, однако неверно представлять себе дело таким образом, будто Колумба посетило какое-то исключительное озарение. Успех его плавания был подготовлен многими научными, практическими и историческими предпосылками, трудом и талантом выдающихся людей до него. Здесь же, в прежних представлениях, коренятся и его ошибки.

Содержание:

1. Космография	278
2. Торговые пути и дипломатические миссии	279
3. Соперничество	283
4. Тень полумесяца	283
5. Несовершенство мореплавания	284
6. Колумб, как опытный космограф и мореплаватель	285
7. Идея плавания на запад	287
8. Португалия — владычица морей	289
9. Испанская новелла	293
10. Колумб у трона, вокруг и около	295
11. Вест Индия: «енот, да не тот»	298
12. Гонка за лидером, или «кто главный индус?»	303
13. Тень полумесяца – 2	306
14. Правь, Испания, морями!	307
15. Америка, а не Колумбия	310

1. Космография

Со времён зарождения древней науки одним из основных вопросов являлась проблема космографии, т. е. описание окружающего мира, в котором человечество жило и по которому оно путешествовало. Только после эпохи Великих географических открытий состоялось формирование представлений о всей Земле, как едином земном шаре, а космография постепенно превратилась в современную географию.

Шарообразная форма Земли провозглашалась ещё в античной космографии (см. вопрос № 182, стр. 112). Со времён **Евдокса** (ок. 408–355 гг. до н. э.) на поверхности Земли устанавливались различные климатические зоны в зависимости от широты места, при этом пригодной для обитания признавалась зона между тропиком и полярным кругом. **Аристотель** (384–322 гг. до н. э.) в своих трудах, которые позднее были известны и в средневековой Европе, утверждал шарообразную форму Земли по форме её тени во время лунных затмений и изменению высоты светил в зависимости от перемещения на юг или на север. **Плиний** (79–23 гг. н. э.) нередко использовал вопрос об антиподах, в качестве проверки невежества собеседника (как известно, люди на другой стороне земли обращены к нам ступнями ног).

В средние века господствующими и «освящёнными» церковью оставались представления о плоской Земле, которую небо накрывает, как шатёр. Такая «библейская космография», переписанная у кочевых народов-скотоводов, могла быть пригодна только для пользования внутри Средиземного моря и прилегающих к нему стран. Корни этих представлений легко можно проследить из древнеегипетской космографии, где Солнце-Ра совершало своё путешествие днём по небу, а ночью — в подземном царстве. Считалось также, что в «жарком климате Земли» (т. е. на экваторе) жить невозможно, ибо там стоит невыносимая жара (откуда произошло это мнение, можно понять, если Сахару мысленно продолжать далее на юг). В свою очередь, антиподов быть не может, ибо если они существуют и на другой стороне Земли ходят вверх ногами, то они происходят не от Адама, чего не может быть никогда.

2. Торговые пути и дипломатические миссии

Космографические исследования и описания во все эпохи отнюдь не были чисто умозрительными и схоластическими упражнениями, напротив, они всегда обеспечивали экономические интересы, потребности международной торговли. Ещё в древнем мире сложился **Великий шёлковый путь**, который проходил по линии Древний Рим — Парфия — Индия — Китай. Он был разорван гуннами во время Великого переселения народов (4 век)²⁹. Между тем, необходимость восстановления торговых связей между странами Запада и Востока постоянно вынуждала купцов и путешественников всех стран к географическим исследованиям сухопутных и морских путей на восток. В период после образования Багдадского халифата и до нашествия монголов (7–13 вв.) основная роль на этом направлении принадлежала арабским купцам, пролагавшим пути не только по суше, но и морем вдоль берегов южной Азии (**Путь пряностей**). Посмотрим, как усилия, предпринимавшиеся в этом направлении на протяжении более 3 веков до Колумба, обеспечили в конечном итоге успех его предприятию.

В 1204 г. крестоносцы захватили Константинополь и образовали вокруг него Латинскую империю. Это создало условия для постепенного проникновения на восточные рынки венецианских купцов. Они продавали товары Востока, пользующиеся высоким спросом в Европе: пряности, ароматические вещества, шёлк, драгоценности; вывозили

²⁹Затем Великий шёлковый путь будет восстановлен тюрками только в 6 веке.

меха и воск с русских земель. В 13–15 вв. **Венеции** удалось сосредоточить у себя центр средиземноморской посреднической торговли, что обеспечило ей огромные богатства и военную мощь. В качестве примера её могущества можно привести собор Сан-Марко (1063–1204 гг.), имеющий золотой алтарь и более 4000 квадратных метров золотых мозаик; Дворец Дожей (1300 г.), Каза д’Оро («Золотой дворец», 15 век) и др.

В период после монгольских завоеваний на восток неоднократно направляются и своеобразные «религиозно-политические послы».

В 1245 году папа Иннокентий 4 направил к монголам Джованни де Карпини, чтобы склонить их к союзу против исламских государств. Карпини посетил в 1246 г. Сарай, где встречался с ханом Батыем, затем — Каракорум, где был на приёме у Великого хана Гуюка, и возвратился в 1249 г. в Рим.

Вскоре, в 1253 г. король Франции Людовик 9 с близкими целями направил монаха Гильома Рубрука, который прошёл Крым, берега Волги (где его также принял Батый), и достиг столицы, где встретился с Мэнгу-ханом (Мунке). Он обнаружил в Каракоруме большое количество европейцев; там существовала даже христианская (несторианская) часовня. Когда Рубрук возвратился в 1255 г., он рассказал, что примерно половина населения в столице хана — выходцы из «страны **Катайя**».

В качестве примера дальнейшего расширения торговых связей приведём пример открытия в 1287 г. венецианского консульства в Солдаёе (Судак). В 1291 г. папа отправил очередного своего посланника Иоанна Монтекорвино в Китай уже морским путём. Иоанн также нанёс визит хану Хубилаю, основал в ханской столице христианскую миссию, а в 1307 г. уже стал архиепископом Ханбалыкским (т. е. Пекинским).

Наконец, одновременно с путешествием Рубрука началась и наиболее захватывающая средневековая эпопея, которая произвела впоследствии на Колумба неизгладимое впечатление, и оказала сильное влияние на его планы. Итак, в 1253 г. венецианский купец Никколо Поло со своим братом Маффео направились в своё очередное торговое предприятие в венецианскую колонию Константинополя, а затем в 1259 г. далее на восток — в Солдаёю. Во время их «негоции» обстановка на Босфоре резко обострилась: в результате греческого восстания с подачи генуэзцев Латинская империя пала. Поэтому благоразумные венецианские купцы решили не возвращаться назад, а направились в 1260 г. с караваном на восток в Бухару, затем далее к хану Хубилаю. Как и о чём они беседовали с Великим ханом, история умалчивает, однако же возвратились они через Венецию в Рим в качестве послов хана (!) к папе

Римскому. К сожалению, у пап в тот момент была очередная «смена караула». Однако, вскоре новый папа Григорий 10, который к тому же был их старым знакомым, в 1271 г. вновь направил Никколо и Маффео Поло (с сыном Марко Поло) *в качестве своих послов к Великому хану!* Через Акру, Туркоманию, Великую Армению, Тебриз, Хорезм, Кашмир, Бадахшан, Памир, Гоби, через провинции Ганьджоу и Шаньду добрались они во второй раз до хана монголов Хубилая. Здесь молодой тогда **Марко Поло** сделал воистину головокружительную придворную карьеру. С 1279 г. он на протяжении 17 лет службы посетил многие провинции Китая, куда выезжал с ревизиями и специальными поручениями хана. Выражаясь современным языком, Марко Поло выполнял функции «полномочного представителя президента» на местах. При всей фантастичности, это объясняется на самом деле простой причиной: монгольские ханы, завоевав Китай, правили им как оккупанты. В южных провинциях постоянно вспыхивали восстания, и естественно, что никакого доверия к туземным чиновникам ханы не испытывали. Образованные иностранные путешественники для Хубилая в этой ситуации были сущей находкой. В 1290 г. Марко Поло проехал по маршруту: Ханбалык (Пекин), Шаньси, Сиань, Сычуань, Тибет, Юньнань. Затем на протяжении 3 лет он был *губернатором города Янчжоу* (во как!), весьма немаленького в то время и стратегически важного, как порт в устье р. Янцзы. Марко Поло посетил и описал Гуаньджоу (Кантон) — оживлённый морской порт, через который шла вся торговля с Индией, Персией и арабскими странами.

За время ханской службы «семейка Поло» приобрела огромные богатства. Прекрасно понимая, что всё хорошее рано или поздно кончается плохо, сметливые купцы воспользовались случаем (дочку хана надо было сопровождать замуж), и по пути Пряностей, через Молуккский пролив, Индию и Ормуз «сделали ноги». Когда в 1295 г. они возвратились в Венецию, Марко на привезённые с собой сокровища развил бурную и обширную торговлю, за что, в частности, получил прозвище «Марко-миллион». К сожалению, уже в 1296 г. он попал в плен к своим коллегам — генуэзцам, и сидя в тюрьме Генуи, написал (точнее, продиктовал) свои путевые впечатления, которые в 1299 г. вышли в свет, как «**Книга чудес мира**».

В своей книге Марко Поло рассказал, а иногда и в деталях описал многие обычаи Китая, его культуру, высокоразвитое земледелие и ремесло, обширную торговлю, особенно торговые связи с Индией. Необходимо напомнить, что крупнейшие города Китая в то время уже имели более 1 000 000 человек (!). Марко пишет о бумажных деньгах, как госу-

дарственным методе централизованной конфискации богатств населения, описывает прекрасные пути сообщения: почтовые тракты, ямские станции, водные пути и порты. Он пишет о государственных службах, о строительстве многочисленных мостов. Китайцев Марко характеризует, как «народ торговый и промышленный». Среди продуктов и товаров он упоминает фарфор, каменный уголь, жемчуг, шёлк, драгоценности. Иными словами, Марко Поло представил Китай как очень богатую страну (по сравнению с Европой именно так оно и было), показал «пышное разнообразие мира», — и это принесло огромную популярность его книге в Европе.

Однако, при этом Марко Поло ничего не рассказал и о некоторых весьма немаловажных практических вещах. Например, он не дал фактического расположения городов и расстояний между ними (что так подвело Колумба); «забыл» про компас, который тогда уже был на каждом китайском корабле; ни словом не упомянул Великую китайскую стену, которая построена в 3 в. до н.э., имеет 5000 км в длину и до 10 м в ширину; «не увидел» Великий канал Пекин — Ханьджоу, соединяющий реки Хуанхэ, Хуайхэ и Янцзы, и построенный в 6–13 веках. Наконец, можно подумать, что за 17 лет в Китае Марко будто бы ни разу не пил чай (важнейший экспортный товар!). Тщательность, с которой Марко Поло провёл селекцию информации, предоставляемой им прочей публике, наводит на определённые мысли. Видимо, он собирался использовать своё исключительное положение, как доверенного лица Римского папы и Великого хана одновременно, огромные богатства и эксклюзивную информацию для организации собственного широкомасштабного торгового предприятия, своего рода венецианской «Ост-Индской» компании, но на 300 лет раньше (напомним, что чайная торговля — это основа будущего богатства Англии).

После Марко Поло можно упомянуть ещё нескольких путешественников, пролагавших пути «на Восток». Монах Одорик из Венеции в 1320-е гг. добрался в Кантон по морю. По его словам: «Порт столь же велик, как три Венеции, а кораблей в нём так много, что и во всей Италии столько не наберётся». Добравшись затем до столицы хана, он вновь убедился, что Китай для европейцев — фантастически богатая страна. К сожалению, Одорик был последним европейцем в Китае: единая монгольская империя уже распалась на отдельные Орды, и Китай вновь оказался в географической блокаде на последующие 2 века. В 1349 г. арабский путешественник Ибн Баттута (1304–1377) из Танжера (Марокко) посетил Алжир, Египет, Палестину, Сирию, Иран, Индию и южный Китай, создав книгу «Подарок созерцающим о дико-

винках городов и чудесах путешествий». Наконец, упомянем и нашего соотечественника Афанасия Никитина, который в 1466–1475 гг. прошёл Персию, Индию, Аравию, Эфиопию, Турцию и Крым («Хождение за три моря»).

Последующая европейская литература 14–15 вв. «по географии» содержала в основном фантазии и волшебство, вымышленные путешествия по суше и по морю, кормила читателей сладкими грёзами (ср. «1001 ночь»), но достоверной информации уже не несла.

3. Соперничество

Дальнейшая судьба торговли с Востоком определялась развернувшейся конкурентной борьбой двух приморских городов: Венеции и **Генуи**, за гегемонию на Средиземном и Чёрном море. Как было ранее сказано, в 1260 г. восстание греков и генуэзцев в Константинополе привело к восстановлению Византии и проникновению генуэзцев в Чёрное море. Вскоре они основали тут ряд своих факторий, например, Кафа (Феодосия). В 1365 г. генуэзцы захватили Сурож (Судак), в 1380 г. послали свои отряды на помощь Мамаю на Куликовом поле, а после этого захватили и всё Южное побережье Крыма.

Острота борьбы за рынки и торговые пути на восток определялась ограниченностью добычи благородных металлов в Европе и, соответственно, невысокой её платёжеспособностью. В свою очередь обилие дорогих восточных товаров создавало мировой торговый дисбаланс Запад — Восток.

4. Тень полумесяца

Следующим историческим фактором, круто изменившим всю ситуацию на восточном направлении, стали турецкие завоевания. В 1299 г. племя турок-сельджуков под предводительством Османа впервые добилось самостоятельности. В 1352 г. турки захватили Дарданеллы и перешли в Европу; в 1389 г. на Косовом поле они разбили войска сербов и захватили Сербию; в 1393 г. — столицу Болгарии Тырново; в 1396 г. разгромили войска Венгрии и Франции при Никополе. Наконец, 29 мая 1453 г. произошёл **захват турками Константинополя**, тем самым они перерезали коммуникации между Средиземным и Чёрным морями. К 1475 г. турки захватили весь Крым, принудили к капитуляции Кафу и Судак, и стали полными хозяевами всего Чёрного моря. Одновременно с этими событиями на просторах азиатских степей произошёл распад Золотой

орды, т. н. «Великая замятня» среди наследников Чингисхана, в результате чего все сухопутные торговые пути между Европой и Индией оказались вновь перерезанными.

В то время как Венеция пока ещё продолжала поддерживать восточную торговлю с арабскими купцами через Египет, Генуя, сконцентрировавшая в прежний период всю черноморскую торговлю у себя, особенно тяжело переживала этот кризис. Резкое ограничение товарообмена обусловило для всех европейских стран настоятельную потребность поиска новых торговых путей на восток, но именно для генуэзцев это стало вопросом «жизни и смерти».

5. Несовершенство мореплавания

В эпоху Колумба европейское мореплавание было весьма трудным и рискованным занятием, и в основном ограничивалось акваторией Средиземного моря. Прежде всего, сами суда, распространённые в то время, были очень малы для Океана. Например, в своё первое плавание Колумб отправился на судах размером около 10–20 м и водоизмещением 100–200 тонн. Такие барки применяются только для речного и прибрежного плавания. Из трёх его «каравелл» две не имели палубы вовсе, а только носовые и кормовые надстройки. Крайне несовершенным и недостаточным являлось парусное вооружение судов, их управляемость и надёжность для открытого моря.

Второй очень серьёзной проблемой мореплавания являлось отсутствие достоверных карт и надёжных измерений координат бухт, мысов и островов. Компас на европейских судах ещё был редкостью, основным методом определения направления было ориентирование по звёздам. Не на всех судах были и астролябии для измерения высоты светил. Кроме того, даже в случае их точного измерения это позволяло определить только широту местоположения судна, а определить вторую координату — долготу — было всё равно невозможно (без точных часов).

Третьим ограничением на продолжительность плавания была проблема сохранности продуктов питания. На судах всё очень быстро портилось, особенно в жаркое время года и при намокании во время штормов; единственным продуктом в длительном плавании было солёное мясо, приводящее к цинге за короткое время. Но самым жёстким ограничением являлась сохранность пресной **питьевой воды**, которая портилась ещё быстрее и без которой морякам просто грозила быстрая смерть (именно это едва не привело к гибели экспедицию Магеллана посреди Тихого океана). Главной заботой каждого капитана дальнего

плавания было вовремя подойти к берегу или острову, чтобы запастись водой и свежей пищей.

Все эти ограничения вместе взятые приводили к тому, что плавание можно было осуществлять только в видимости хорошо знакомых берегов или от одного острова до другого, и, как правило, только при хорошей погоде.

6. Колумб, как опытный космограф и мореплаватель

В биографии самого Колумба также имеется масса как замечательных, так и весьма загадочных обстоятельств. Датой его рождения считается 1436 г., хотя даже здесь имеются большие разночтения: 1435, 1451, 1452 гг. (диапазон в 16 лет!). Его отцом считается чесальщик шерсти Коломбо из Генуи. Тем не менее, Христофор получил превосходное **образование**. Он прилежно учился в Павийском университете, где познал геометрию, географию, астрономию, навигацию; штудировал античные источники: Плиния, Помпония, Страбона. Колумбу были известны такие переводчики Птолемея, как Эммануэл Хризолерас (латынь) и Джакомо Анжело да Скарпьяриа (итальянский язык). Из его писем следует, что он знал сочинения Аверроэса, Альфаргана, и других авторов. Если в 15 в. генуэзцы в целом считались одними из лучших специалистов в области космографии, то и самого Колумба вполне можно отнести к их числу (здесь хотелось бы ещё раз воспользоваться случаем обратить внимание читателя на ценность и необходимость систематического образования).

Помимо наук Колумб изучал и другой современный ему опыт. В ту эпоху любое торговое предприятие не могло осуществляться иначе, как военный поход; все путешествия как по морю, так и по суше происходили в условиях узаконенного пиратства мелких феодалов (а по существу, бандитов). К тому же, практически везде и практически всегда имели место религиозные войны или хотя бы вооружённые стычки сторонников разных конфессий, ересей и суеверий. Быть моряком значило быть и солдатом одновременно. А Христофор Колумб с 14 лет начинает познавать мореходный опыт. В 1459 г. состоялся поход Жана Анжуйского (герцога Калабрийского) на Неаполь, в котором он принял непосредственное участие. Затем Колумб служит в качестве капитана у неаполитанского короля; после этого участвует на стороне короля Ренье (граф Провансальский) в походе на Тунис.

С этим «предприятием» связана одна очень интересная деталь, которую описывает сам Колумб и которая весьма красноречиво характери-

зует его качества: «... известие [о превосходящих силах неприятеля] сильно встревожило моих матросов, и порешили они не продвигаться далее, а воротиться в Марсель. . . Поскольку мне не удалось привести их к повиновению, я для виду согласился на их требования, сам же изменил направление стрелки компаса и поднял паруса. В это время был вечер, а наутро мы достигли Карфагенского мыса, хотя все были твёрдо уверены, что мы на пути в Марсель». Лихо, не правда ли? Не подлежит сомнению, что Колумб неоднократно принимал участие (и даже осуществлял командование) в морских сражениях, в частности, он командовал несколькими генуэзскими судами под флагом короля Франции Людовика 11, при этом захватывал испанские суда (около 1474? г.). Его сын Фернандо с его слов описывает, например, морской бой с венецианской галерой. Он же относит к 1476 г. эпизод, когда Колумб, спасаясь с потопленного пиратами судна, вплавь добрался до берегов Португалии.

Около 1470 г. Колумб обосновался в генуэзской колонии в Лиссабоне, где состоялась его женитьба на донье Фелипе Монис де Палестрелло. Её отец был знаменитым мореплавателем времён принца Энрике, Колумб наверняка знал и впоследствии использовал его карты и судовые журналы, описания путешествий португальцев к экваториальной Гвинее. Позднее Колумб с женой переехали на остров Порту-Санту, который лежал на пути португальских кораблей в Гвинею и обратно, а сестра его жены была в это же время замужем за другим знаменитым мореплавателем Педру Корреа, — губернатором острова Порту-Санту. В этот же «португальский период» жизни Колумб лично побывал недалеко от экватора, в порту Сан-Жоржи-да-Мина (Гвинея).

Помимо тщательного изучения огромного количества морских карт, описаний и судовых **документов**, Колумб не мог не поддаваться и восторженному энтузиазму первооткрывателей новых земель. С уст моряков в то время не сходили многочисленные воображаемые земли: «Антилия», «острова Семи городов», «земля св. Брендана» и др. Космографы этого времени также обращались к упоминаниям неведомых земель у древних: «Атлантида» Платона, сочинения Плиния, «плавание острова», упоминаемые Сенекой. Иными словами, географические сведения во время Колумба представляли собой сочетание реальных открытий и богатых фантазий, пёструю смесь вымысла и фактов.

В 1474 г. Колумб состоял в переписке со знаменитым учёным **Тосканелли** (Флоренция), в частности от него он почерпнул сведения Марко Поло об островах «Антилия» и «Сипанго» (т. е. Япония).

7. Идея плавания на запад

Колумб был человеком, во-первых, образованным; во-вторых, опытным в мореходстве; в-третьих, авантюристом по натуре (таким пороком, как скромность, он никогда не страдал); наконец, в-четвёртых, патриотом своей родной Генуи (в тех случаях, когда это выгодно). Поэтому его постоянно занимала та же проблема, над которой уже многие годы бились португальцы и все остальные коммерсанты, а именно: поиск морского торгового пути в Индию и Китай. Убедившись (в том числе лично) в огромных трудностях, стоящих на этом пути вдоль Африки на юг, Колумб обратил свои мысленные взоры в иную сторону — на запад. И надо признать, что идея плавания в Индию вслед за солнцем в то время действительно могла иметь определённые предпосылки и основания.

Согласно мнению, господствовавшему среди большинства античных и средневековых космографов, большую часть поверхности Земли занимает суша, а моря подобны отдельным озёрам. Сейчас трудно сказать, почему так получилось в науке западной цивилизации: то ли образ известных тогда морей (Средиземного, Чёрного и Красного), зажатых тремя обширными материками, оказал такое воздействие, то ли пример видимой стороны Луны, то ли толкования священных писаний, написанных исключительно сухопутными народами, и их «перетолковывания».

Например, в трудах географа Эсдраса утверждалось, что на поверхности Земли 6 частей суши и только 1 часть воды. Глобус Птолемея и карта, составленная Марином Тирским, охватывали известной к тому времени суши большую часть земной сферы: предполагалось, что протяжённость с запада на восток от Канарских островов до города Тина в Азии составляет около 15 часов движения Солнца по небу или, в современных терминах, 225 градусов по долготе. После открытия португальцами островов Зелёного Мыса и Азорских, известный мир расширился ещё на 1 час на запад. Таким образом, по этим расчётам выходило, что неизвестная ещё европейцам часть земного шара составляет всего-то 8 часов ($1/3$ всей Земли).

В своей книге Марко Поло указывал на страны, лежащие от Китая ещё дальше на восток. Отсюда следовал вывод о **близости Азии** в западном направлении. В итоге прикидки Колумба (основанные, надо полагать, на расчётах Тосканелли) представляют собой следующую пропорцию: по суше от Лиссабона на восток до Китая, и далее до оконечности материка Азии — 14000 миль, а по морю от того же Лиссабона

на запад до страны «Манджи» (лежащей восточнее Китая) — не более 4000 миль!

Здесь хотелось бы специально остановиться на одном замечании. Весьма распространённым упрёком в адрес Колумба (и Тосканелли) является утверждение об ошибочной оценке им размеров земного шара, заниженной чуть ли не в 2 раза. Шарообразная форма Земли для Колумба (как и для всех практических мореплавателей того времени) не подлежит сомнению. Размеры Земли достаточно верно были оценены ещё Эратосфеном (276–194 гг. до н. э.). Протяжённость земной поверхности с запада на восток, согласно расчётам Колумба, составляет $14000 + 4000 = 18000$ миль, или 33336 км, что как раз соответствует длине 33 параллели (линия Гибралтар–Иерусалим–Багдад–Шанхай), а 1° долготы у Колумба равен 50 миль. Но по мнению Колумба восточная часть Азии простирается так далеко на восток, что почти огибает земной шар, приближаясь к берегам Европы и Африки на расстояние 80° или менее $1/4$ окружности Земли. Разумеется, это была чудовищная ошибка Колумба, которая впоследствии едва не стоила ему жизни. В качестве некоторого оправдания в его адрес можно сослаться на близкие мнения древних о морском походе на запад: Аристотель, Сенека, Плиний, Страбон — все они так или иначе, говоря о шарообразности Земли, упоминают и о незначительности западного расстояния до Азии («те, кто полагают, что область Геракловых столпов расположена напротив Индии и что в этом смысле океан един, думается, придерживаются не таких уж невероятных воззрений», Аристотель, «О небе», ок. 360–340 до н. э.).

Вторым аргументом для путешествия на запад были многочисленные известные Колумбу **находки на берегах** Европы и Африки предметов, в том числе изготовленных людьми, происхождение которых в Старом Свете было неизвестно. С учётом накопленных к тому времени данных о ветрах и морских течениях в Атлантике, эти находки свидетельствовали в пользу своего прибытия с иного берега океана.

Наконец, по-видимому, наиболее впечатляющими для Колумба, но и наиболее «секретными» стали те данные, которые он собрал в ходе своего северного путешествия. Известно, что Колумб посетил в 1477 г. Англию, Ирландию и Исландию. С учётом его интересов в это время основным предметом его разведки должны были стать **данные исландцев** о землях на западе. Напомним, что ещё в 981 г. Эйрик Рауди (Рыжий) пошёл в морской поход на запад и открыл Гренландию. В 1006–1012 гг. его сын Лейф Эйриксон основал поселения викингов в районе Лабрадора и Ньюфаундленда. На северо-восточном берегу

Америки и в Гренландии колонии викингов просуществовали около 500 лет, а затем оставшиеся в живых поселенцы возвратились на историческую родину. Американская страница истории имеет значительный вес в сознании и преданиях исландцев, а это означает, что Колумб имел реальную возможность не только почерпнуть весьма ценные для него космографические и мореходные сведения, но и непосредственно пообщаться с людьми, вернувшимися из Нового Света, многие поколения которых на американском берегу жили и бороздили северную Атлантику.

Помимо данных географии и мореходства, в документах и обращениях Колумба к властям в соответствии с духом того времени значительное место отводится и **религиозным соображениям**. Так, в Священном Писании он обнаружил предсказание пророков о своём открытии новой «земли обетованной», и цитировал эти места. В письмах, обращениях и воззваниях, имеющих пропагандистское значение, он нередко отождествляет себя с «орудием Божиим», призванным объединить все народы Земли в лоне католической церкви. После 1489 г. у Колумба активизируется мотив приобретения заморских богатств во имя освобождения Гроба Господня (Иерусалима) от «неверных». Естественно, что в разных ситуациях, общаясь то ли с «христианнейшими государями» или сотрудниками святой инквизиции, то ли с еврейскими ростовщиками и банкирами или гонимыми общинами иудеев, то ли с бывшими правоверными из мавританских эмиратов, Колумб мог использовать различные цитаты, аргументы и факты, уместные в каждом конкретном случае.

Первое обращение Колумба с предложением плыть в Индию на запад было в 1475–80 годах (точное время неизвестно). Он адресовал его к правительству и купцам родной Генуи. Отклика не последовало, что и понятно.

И вот, в 1483 г. Колумб, имеющий ПМЖ в Португалии, обращается к португальскому королю Жуану 2 с идеей, как он писал, «познать тайны мира» и «найти восток через запад». Чтобы правильно понять реакцию короля, имеет смысл кратко бросить взгляд на предшествующий отрезок истории самой Португалии.

8. Португалия — владычица морей

В 1139 г. графство Португальское выделилось из королевства Леон и обрело политическую самостоятельность. В 1212 г. произошла битва при Лас-Навас-де-Толоса, которая завершила португальскую реконки-

сту (освобождение от мавров) и позволила перейти от войны к более полезным занятиям. За прошедшие годы Лиссабон, обладающий выгодным положением на морских путях, превратился в крупнейший центр европейской торговли, наравне с Лондоном и Брюгге. И хотя бывали и неприятности (в 1383 г. случилось нападение Кастилии), португальцы правильно поняли, в чём состоит их прямая выгода, и начали планомерное освоение «своего» Океана. Для начала, в 1415 г. они захватили порт Сеута (Геркулесов столб Африки) и поставили под контроль судоходство в Гибралтаре, а затем двинулись вдоль западного берега Африки всё дальше на юг.

Основоположником этой линии Португалии был принц Энрике (он же **Генрих Мореплаватель**, 1394–1460), который заложил научные основы португальского мореходства, свёл воедино навигацию и космографию, основал морскую школу в г. Сангриш и создал многочисленную команду морских капитанов. В 1419 г. португальцы открыли о. Мадейра, а затем обнаружили Канарские и Азорские острова, и много иных «блуждающих» островов в Океане.

Довольно скоро определилась и главная проблема: на берегах Африки, в Сахаре не было никаких источников воды! Более того, вскоре, на 26° с. ш., не доходя тропика Рака, португальцы наткнулись на мыс Бохадор, далеко выдающийся в открытый океан, и окружённый со всех сторон опасными рифами. Он перекрыл им дальнейший путь на юг. Как не вспомнить тут пророчества древних философов о том, что пригодная для жизни зона ограничена на Земле с юга тропиком Рака, а дальше лежат только выжженные пустыни!

Тем не менее, отойдя от берега, в 1434 г. португальцы обогнули этот зловеющий мыс, и о Чудо! Пройдя дальше к югу, они обнаружили вновь пышную растительность. Начались субтропические и тропические леса, и поэтому самую западную оконечность Африки они называли **Зелёным мысом**. Более того, тут жили и люди, которые были совсем непохожи на европейцев, арабов или азиатов — негры! Когда первых негров привезли в Португалию в 1441 г., они вызвали там настоящую сенсацию. И дело было не в простом любопытстве: это прямо означало, что тропическая зона Земли обитаема. Осознав столь выдающийся факт мироздания, в корне меняющий прежние представления, принц Энрике тут же ввёл государственную монополию на торговлю чёрными невольниками. А с целью «законного» закрепления новых земель, он обратился в компетентные органы; и в 1454 г. папа Николай 5 провозгласил права Португалии на все острова и земли «как уже приобретённые, так и те, которые будут приобретены к югу от мыса Бохадор, с полным отпу-

щением грехов всем, кто может потерять жизнь во время этих завоеваний». В 1460 г. были открыты острова Зелёного Мыса, а вскоре, в 1462 г. Горы Львов (Сьерра-Леоне).

Тут португальцев ожидал ещё один географический сюрприз — берег явственно стал поворачивать на восток! В 1470–1473 гг. были пройдены следующие сказочные места (Золотой берег, Невольничий берег, Берег слоновой кости), и был обнаружен Гвинейский залив. Стало ясно, что продвинувшись столь далеко на восток (более 3000 км), португальцы могли рассчитывать оказаться уже «под» владениями турецкого султана, недалеко от Аравии, а существование Арабского моря и Индийского океана с другой стороны Африки тогда им было вполне известно. После этого перед королём Португалии помимо вопроса об обитаемости экваториальной зоны (и её огромных богатствах!) встал следующий, ещё более важный и гораздо более заманчивый вопрос: возможность обойти враждебный Ближний Восток с юга и открыть **морской путь в Индию!** С этой целью в 1481 г. без особой огласки было организовано плавание Диогу Азанбужу вокруг Африки на юг и на восток, с надеждой достичь Индии.

И вот тут-то, в 1483 г. перед королём оказывается некто, и начинает ему рассказывать о богатствах Индии «с другого бока». Мало того, что он предлагал пойти явно в неверном и бесперспективном направлении на запад, так он ещё и требования несуразные выставил: назначить его Вице-королём новых земель! Наградить его титулом Главного Адмирала Моря-Океана! Чем португальские капитаны хуже? Проходимец и нахал! Своим придворным он дал такую характеристику Колумба: «человек тщеславный, кичливый и склонный к пышным фантазиям» (и кстати, это было совершенно верно).

Король Жуан 2 был тоже, как и Колумб, человек неглупый («если дипломат говорит „нет“, то это — не дипломат»). Вне зависимости от качеств заявителя и реальной ценности его предложения, прежде всего следовало поиметь с него максимум возможной информации. Король неохотно дал своё предварительное согласие, поставив дело за условиями. С целью проверки он потребовал предоставить подробный план предполагаемого плавания, с приложением всех карт и документов. Он передал колумбов проект на рассмотрение учёного собрания: одобрить ли новый путь поисковых экспедиций на запад или продолжать усилия в старом направлении?

На этом совете епископ Сеуты сказал, что морские экспедиции истощают страну, указывал на недавний мор и войну, на опасность со стороны соседней Кастилии, и заключил свою речь словами: «для Пор-

тугалии было бы безрассудством пускаться в новые предприятия, не учитывая наличные средства. У короля есть достаточно небезвыгодных предложений, чтобы не браться за вздорные и несбыточные». Педру ди Менезиш, граф Вилла-Реал возразил ему так: «Государства обогащаются торговлей, усиливаются союзами и прирастают завоеваниями: горизонты страны расширяются с ростом изобилия и процветания», и высказался за продолжение исследований на африканском направлении, в котором и сам был прямо (т. е. материально) заинтересован.

Король пошёл в своем расследовании ещё дальше: он приказал осуществить разведочный рейд в указанном Колумбом направлении. На основании представленных Колумбом данных, в том же 1483 г. корабль-разведчик отправился от островов Зелёного Мыса на запад, но уже через 4 дня плавания капитан повернул назад, убоявшись бури и дальнейшего плавания в неведомом направлении «в никуда». Естественно, что никаких новых земель найдено при этом не было, что дало королю полное основание «закрыть вопрос».

С некоторой долей ехидства мы можем теперь, через 500 лет, сказать, что Жуану явно не повезло, и прогнав Колумба, он вступил в полосу временных неудач. Король имел все основания рассчитывать, что африканский берег будет продолжать свою линию на восток, и надеялся что выход в Индийский океан скоро будет найден не далее экватора. Но вернувшийся в 1484 г. Диогу Азанбужа рассказал ему, что берег континента вновь повернул на юг, а пройдя далеко вперёд аж до следующего тропика, он так и не нашёл выхода к Индии. Более того, южнее тропического пояса Африки вновь начинаются безводные пустыни (Намиб)! Мог ли король знать, что чёрный континент к югу от экватора тянется столь же далеко, как и к северу от него!

Отвернувшись от запада и от Колумба, в 1487 г. король предпринял два важных шага **на восток**. Во-первых, он послал Педру де Ковильяна на разведку по суше в юго-восточном направлении. Де Ковильян прошёл через Ближний Восток до Индии по маршруту: Каир, Ормуз, Каликут, Гоа, а затем побывал даже в Софала (Мозамбик)! Однако его первое донесение королю с информацией о восточных берегах Африки, острове Мадагаскаре, условиях мореходства и маршрутах арабских купцов в Индийском океане достигло Португалии только в 1491 г.

Во-вторых, король направил очередную морскую экспедицию вокруг **Африки**. В августе того же 1487 г. Бартоломеу Диаш отправился сначала до южного тропика Африки (-23° ю. ш.), а в мае 1488 г. открыл самую южную точку континента — мыс Св. Брандана (м. Игольный, -34° ю. ш.). Пройдя далее на восток, Диаш увидел, как берег кон-

тинента загибается к северо-востоку, открывая просторы Индийского океана. К сожалению, он уже не имел физической возможности продолжать плавание, поэтому, укрывшись в июне 1488 г. в удобной гавани, ограниченной мысом, он назвал его мысом Бурь (а король переименовал его в мыс Доброй Надежды). Выслушав доклад Диаша в декабре 1488 г. король понял, насколько путь в Индию оказался труднее и длиннее, чем ожидалось. По этой причине он направил Колумбу, который в это время тщетно подвизался при дворе короля испанского, письмо с предложением вернуться.

Наконец, завершая португальский обзор, следует упомянуть, что в 1492 г., в тот год, когда Колумб уже ступил на землю Америки, космограф Мартин Бехайм составил карты новооткрытых земель и глобус Земли по результатам всех африканских плаваний, но — без Нового Света. В судьбе же самого Колумба с 1484 г. началась...

9. Испанская новелла

В отличие от Португалии, королевства на территории будущей Испании практически всё средневековье, начиная с 8 века и до 1492 г., провели в непрерывных войнах (**реконкиста**), пытаясь часть за частью отвоевать территории у мавров. Но и тут имелись определённые различия между территориями в центре Иберийского полуострова и на его северо-восточном побережье. Ещё в 1035 г. здесь образовалось королевство Арагон, которое в 1137 г. присоединило к себе Каталонию, а в 1238 г. — г. Валенсию и Балеарские острова. Арагон вёл активную средиземноморскую торговлю с Генуей и Египтом, а также и на побережье Атлантики: ещё в 1389 г. его купцы открыли свою контору на бирже в Брюгге. К 1442 г. королевство Арагон было сильно настолько, что сумело захватить и присоединить Неаполитанское королевство, и, соответственно, контролировать всё западное средиземноморье.

Королевство Кастилия и Леон оформилось позже, в 1230 г., и также бодро приступило к захватам окрестностей: в 1236 г. присоединена Кордова, в 1248 г. — Севилья. Интересно заметить, что король Кастилии Альфонс 10 (1223–1284) в 1248 г. собрал в Толедо большую группу арабских и европейских астрономов, которым поручил исправление планетных таблиц Птолемея. С 1252 г. эти таблицы известны как «Альфонсовы». Только к 1262 г. Кастилия смогла «прорубить своё окно» в Атлантику, захватив у мавров на побережье г. Кадикс. В отличие от купцов Арагона, основной опорой короля Кастилии были крупные феодальные землевладельцы и военные рыцари (**идальго**), кото-

рые не умели ничего, кроме как воевать и грабить (наверное, поэтому Кастилия в 1383 г. и напала на богатеющую Португалию). По словам Сервантеса: «[Дон Кихот] — один из тех идадьго, чьё имущество заключается в фамильном копье, древнем щите, тощей кляче и борзой собаке».

В 1479 г. случился династический брак Фердинанда Арагонского и Изабеллы Кастильской, их монархии объединились в единое Испанское королевство, сохранив, однако, отдельные самостоятельные администрации, кортесы и финансы. Этот союз потребовался, в частности, для успешного продолжения непрерывных войн с оставшимся на полуострове Гранадским эмиратом. Степень религиозной нетерпимости, господствовавшей в те времена, привела в 1480 г. к основанию **святой инквизиции**. Её глава, Торквемада, за время своей последней деятельности отправил на костёр более 8 тыс. чел. Тяжёлая ситуация в королевстве характеризуется также мощным крестьянским восстанием 1484–1486 гг., после которого правительство было вынуждено пойти на значительные послабления. Наконец, в 1492 г. в Испании было принято специальное законодательство против евреев, и началась политика изгнания из страны т.н. «марранов» (в 1496 г. это же начинание осуществила Португалия, а в 1516 г. в Венеции был выделен специальный, окружённый стеной квартал под названием «Гетто»). Когда в том же 1492 г. произошло ещё одно важнейшее событие — падение Гранады, и весь полуостров оказался во власти королевской четы, в Испании сложились внешние и внутренние условия для установления режима абсолютной монархии. Король Фердинанд так определял **три главные задачи** своего царствования: завоевание мавров (реконкиста), изгнание из Испании евреев и прочих «неверных», введение святой инквизиции. После успешного решения «поставленных партией задач», папа Иннокентий 7 даровал Фердинанду титул «Католичейшее величество», опираясь на который (и на последующие завоевания в Новом Свете), наследники испанской короны приступили впоследствии к сооружению уже общеевропейской империи.

Королева Изабелла, хотя и правила воинственной Кастилией, оказалась достойной наследницей Альфонса 10 — она способствовала развитию наук и образования, книгопечатания и книготорговли, покровительствовала Университету г. Саламанки. Именно к королеве впоследствии Колумб будет часто обращаться и встречать более чем благосклонный приём.

10. Колумб у трона, вокруг и около

Как мы помним, в 1484 г. Колумб был вынужден покинуть Португалию (точнее, бежал, поскольку он, похоже, подвергался преследованию). В 1485 г. он повторно обратился к Генуэзской республике, для которой потеря торговых путей была наиболее болезненной, и вновь — безрезультатно.

В этот период он находился в состоянии крайней бедности и жил подаянием. Зимой 1485–1486 гг. он оказывается в Испании, в монастыре Санта-Мария-да-Рабида в статусе нищего бомжа. Настоятель Хуан Перес де Марчена принял его и фактически спас от голодной смерти. Он же организовал первое письмо к Фернандо де Талавера, его знакомому — духовнику королевы, с кратким изложением идей Колумба. Король Испании находился в это время в г. Кордове, где шла подготовка к будущей войне с Гранадой с личным участием государей. Весна и лето 1486 г. прошли очень бурно: осада г. Лоху, штурм г. Моклина, подавление мятежа графа Лемоса. Очевидно, что государям было ну совсем недосуг. Только зимой 1486 г. Колумб был представлен Педро Гонсалесу де Мендосе, архиепископу Толедо и великому кардиналу Испании, который, в свою очередь, «пробил» аудиенцию у короля Испании.

Король испанский был не менее мудр, чем король португальский; он также проявил небольшую заинтересованность и большую осторожность. Совершенно аналогично своему коллеге, он передал просителя и его доводы на рассмотрение **Учёного совета**.

Совет состоялся в городе Саламанке, в доминиканском монастыре св. Стефана. Но в отличие от Португалии, где его выслушивали государственные мужи, понимающие задачи мореходства и торговли, здесь Колумб был предоставлен диалогу с монахами (напомню, что Испания занималась преимущественно сухопутной войной, а не морской торговлей). Существо дела быстро потонуло в богословских спорах, от псалмов Давида до писаний святых отцов. По космографическим вопросам оппоненты ссылались на мнение Эпикура, и возражали, что при шарообразности Земли населённым может быть только северное полушарие, а другое пребывает в вечной тьме, а если корабль сможет спуститься вниз и даже достигнет Индии, то всё равно не сможет вернуться обратно вверх по водам, как в гору. Вывод: «проект суетен и невозможен и не подобает Великим государям заниматься предприятиями подобного рода». Более того, в этот момент Колумб серьёзно рисковал. Копаясь в Священном писании и божественных аргументах, т. е. «играя на чужом

поле», он вполне мог оказаться в руках участвующих в собеседовании сотрудников инквизиции (а как известно, все вновь созданные организации именно в начальный период своего существования очень нуждаются в «показательных успехах»).

У монахов сложилось твёрдое предубеждение против правонарушителя и мошенника, а королю было доложено, что Колумб — авантюрист или пустой мечтатель. На том дело и заглохло (как оказалось, надолго).

Наступила весна — началась **война**: в 1487 г. король двинулся в поход на г. Малагу. Колумб продолжал околачиваться при дворе и на войне; кажется, он даже принял участие во взятии Малаги 18.08.1487 г. После этого успеха король вернулся сначала в Кордову, а потом и вовсе в Сарагосу, готовиться к следующим битвам.

20 марта (по другим источникам — 20 мая) 1488 г. Колумб неожиданно получил письмо от португальского короля с предложением вернуться в Португалию (см. выше). Самыми интересными здесь были такие слова Их Величества: «И если Вы опасаетесь Нашего правосудия по поводу некоторых Ваших обязательств, то знайте, что ни после Вашего прибытия, ни во время пребывания в Португалии, ни после отъезда, Вы не будете ни арестованы, ни задержаны, ни обвинены, ни осуждены, ни преследуемы по какой-либо причине, вытекающей из гражданского, уголовного или какого-либо другого права». (Нормально, да?). В этот же период, немного оправившись от голода и передрыг, и видя, что родная Генуя его дважды «кинула», а католичнейший испанский король, мягко говоря, «мочалку жуёт», Колумб направляет свои предложения и по другим адресам: от короля Англии Генриха 7 в феврале 1488 г. он получил-таки благосклонный ответ (и всего-то!).

В 1489 г. король Испании продолжал свои упражнения: осадил и взял у мавров город Баса. В ответ на это Великий султан Египта прислал ему записочку, и сообщил, что если король будет бить правоверных так и дальше, то он, как Хранитель веры (единственно правильной и исторически верной) и по совместительству властитель Иерусалима, Гроб Господень разрушит, а христиан (верующих совсем неправильно) в пределах своих полномочий вырежет. Этот аргумент не прошёл мимо внимания Христофора, и в дальнейшем на Гроб Господень он очень налегал.

В 1491 г. в Севилье состоялась повторное личное свидание с Фердинандом и Изабеллой. Результат для Колумба был вновь неутешителен: «ввиду огромных затрат и усилий, необходимых для ведения войны, начало нового предприятия не представляется возможным»; к переговорам было решено вернуться **после окончания войны**.

Получив опять отказ короны, Колумб ищет иные варианты: в 1491 г. он обращается к герцогу Медина-Седония, крупнейшему магнату, владельцу около 100 торговых кораблей! Но и герцога остановило неправдоподобие проекта. В том же 1491 г. Колумб пишет к королю Франции Карлу 8 и даже получает его ответ (впрочем, едва ли существенно отличающийся от реакции трёх его предшественников). В этот же период Колумб находит общий язык и принципиальное одобрение у Мартина Алонсо Пинзона — представителя целого семейства состоятельных купцов из г. Палоса, знаменитых мореходов и путешественников (что-то, а убеждать Колумб умел). Пинзон, в свою очередь, проинформировал об идее поиска «земель обетованных» иные заинтересованные и финансово состоятельные круги (гонения на евреев и марранов в это время в Испании усиливались). Наконец, в январе 1492 г. состоялось долгожданное событие: взятие крепости Альгамбры. Гранада пала, реконкиста победоносно завершилась! Окрылённый Колумб, вновь приступив к переговорам на высшем уровне, видимо, сильно переоценил победный энтузиазм короля Испании: когда он сформулировал те условия, на которых он предполагал открывать и владеть новыми землями (см. выше), Его величество просто обалдел. Требования Колумба были признаны «чрезмерными и неприемлемыми», переговоры прерваны, а король отбыл из Санта-Фэ. Получив наиболее ощутимый **отказ** на грани фиаско, Колумб в феврале 1492 г. уезжает в Кордову, а затем декларирует намерение и вовсе эмигрировать во Францию.

В этот критический для него момент благодаря сложившемуся лобби заинтересованных придворных, шаг навстречу сделала королева Изабелла. Идея грядущего освобождения Гроба Господня настолько захватила её сердце, что она решила не давать этого шанса ни Португалии, ни Франции. Осуществить проект Колумба её уговорили даже без прямой поддержки мужа-арагонца, только за счёт своего, кастильского бюджета («Я заложу свои драгоценности», — сказала она). По её протекции 17 апреля 1492 г. между монархией и Колумбом был заключён **договор**, изменивший судьбы и Испании, и Европы.

Теперь, наконец-то, Колумб был, что называется, «в законе». Уже 12 мая он радостно прибыл в порт Палоса с королевским предписанием о снаряжении экспедиции в счёт недополученных государственных налоговых платежей Её Величества королевы Кастилии. Те, кто хоть немного знаком с процедурой выколачивания налогов и долгов, поймут, что реальных денег Колумб у местных «алькальдов и рехидоров» не получил, естественно, ни копейки. Предписание об изъятии частных судов в состав экспедиции также никакого успеха не имело: какой

нормальный человек отдаст своё добро незнамо кому незнакомому? И с какой стати? По договору, кстати, восьмую часть расходов должен был нести сам Колумб, а у него за душой не было ни гроша. Короче, Величайшее в Истории Человечества Плавание имело все шансы прямо тут и кончиться.

В этот период решающая роль принадлежит ранее упомянутому купцу Пинзону. Один из кораблей был его собственный, и снарядил он его за свой счёт; денег на второй корабль он дал Христофору в долг, чтобы Колумб мог сделать свой формальный вклад по договору. Наконец, на третье судно деньги под его же поручительство выдали местные крещёные марраны (ростовщики и лавочники) в зачёт своих будущих платежей в бюджет.

Парадокс истории: гонимый Ветхий завет **профинансировал** величайшее предприятие по распространению Нового завета, господствующего тут и готового на «крестоносные подвиги» по ту сторону Океана.

11. Вест Индия: «енот, да не тот»

Наконец, 3 августа 1492 года Колумб отправился из Палоса, имея «эскадру» из 3 маленьких кораблей с командой в 90 чел. 10 сентября он достиг Канарских островов, и далее направился **вдоль тропика Рака на запад**.

Нужно заметить, что Колумб в данном случае действительно демонстрирует свою высочайшую квалификацию морского капитана. Он не ринулся прямо, а выбрал наиболее удобный путь: сначала по пройденным португальцами и им самим путям, а затем по попутным ветрам и течениям. Сначала он обошёл с юга встречный для него Гольфстрим (известный в то время только в зоне северной Атлантики от Азорских островов до Исландии), спустился на юго-запад вдоль Канарского течения, а затем вместе с ним совершил поворот от берегов Африки на запад. Вдоль тропика с востока на запад дуют и попутные пассаты, подгонявшие его каравеллы.

«Никакая дорога не будет попутной, если не знаешь, куда идти», говорили древние. Именно этот вопрос: «куда мы плывём?», — был главной проблемой в плавании Колумба. В каком направлении — понятно, Адмирал железно держал курс на запад. Но **как далеко** придётся плыть? Немало других кораблей, отогнанных бурями от привычных африканских берегов на запад, сгинуло в океане без следа. На этот раз погода в целом благоприятствовала, но сильно смутили моряков фокусы компаса (см. вопрос № 951, стр. 311), а позже — мёртвые водо-

росли Саргассова моря. Дело, как известно, дошло даже до возмущения команды.

Колумб применил свои прежние приёмы: во-первых он сознательно и с самого начала приступил к искажению данных о пройденном расстоянии. Команде он говорил одно, сам же считал по-другому (на день бунта им было объявлено счисление пути в 580 лиг вместо 750 лиг в действительности). Во-вторых, он просто превзошёл самого себя в применении методов убеждения и демагогии. Наконец, он (за несколько дней до финиша) даже провозгласил (!) приближение к искомой земле и назначил награду тому, кто первым её увидит. Сколько-нибудь разумное объяснение этому факту, пожалуй, можно дать только такое. Колумб, как вы помните, держал путь в страну «Манджи», которая, по расчётам Тосканелли, ожидала его на расстоянии примерно в 4000 миль (на 80° западной долготы). С другой стороны, жившие далеко на севере исландцы тоже имели свою оценку морского расстояния, хотя и в условиях совсем иных ветров и течений (долгота Ньюфаундленда 60° з.д.). Соответственно, в этом диапазоне расстояний Колумб и рассчитывал встретить свою «Индию».

Выше мы уже говорили о чудовищной ошибке Колумба: в его представлении Евразия была вдвое больше своего истинного размера и охватывала $3/4$ земного шара. Это можно представить себе, если на место Гренландии поместить Чукотку, на место Лабрадора — Камчатку; тогда Япония окажется в Нью-Йорке, а Китай Марко Поло — на месте Флориды и Кубы.

Вот именно туда-то Колумб и держал курс, ничего лишнего не говоря ни команде, ни соратникам, ни всяким там королям и прочим папам (обратите внимание на сознательную подмену Колумбом самих понятий «Индия» и «Китай», а ведь разница между ними составляет 60° по долготе или 5000 км по прямой).

Тем не менее, Колумбу столь же чудовищно и повезло (потому-то мы и знаем его имя, а не чьё-то другое). Хотя его «бросок на запад» занял всего 31 день, но на последнем этапе плавания он уже явственно начал нервничать. И надо же было так случиться, что именно на месте псевдо-Азии, почти что на другом конце земного шара (истинная долгота Шанхая 121° в.д., а не 280°) так кстати ему подвернулся совсем другой материк, известный сейчас как «Америка».

12 октября 1492 года он наконец-то наткнулся на **остров Сан-Сальвадор** (или «Святой Спаситель!», ныне остров Ватлинг в архипелаге Багамских островов), и Колумб с чистым сердцем и на полном основании вознёс хвалу Всевышнему («Дело сделано»).

Трудно удержаться от мысли, что Колумбу повезло крупно и дважды, столь вовремя ему этот жалкий островок подсунули. Дело в том, что в отсутствии детальной и достоверной информации о новом материке, Колумб, по-видимому, представлял его по аналогии с известными ему западными берегами Европы и Африки, вытянутыми по линии с севера на юг (разница в долготах между западными оконечностями Ирландии, Испании и Африки не превышает нескольких градусов). Если же посмотреть на карту Западного полушария, то видно, что Атлантический океан по форме очень похож на большую букву «S». И как раз на северном тропике находится его самая дальняя западная загогулина — Мексиканский залив. А ведь по размерам Залив больше всего Средиземноморья, вместе взятого! Вся Южная Америка и большая часть Северной лежит восточнее! От Барбадоса до Веракруса морем плыть столько же, как от Африки до Барбадоса. И если бы Колумб из-за плохой погоды или по невезению «пропилил» бы Багамские острова насквозь и ушёл в Залив, то . . . скормили бы матросы его акулам — в лучшем случае. Более того, это же чистая геофизическая случайность, что обе Америки вообще соединены Панамским перешейком. Не будь его и Антильских островов, Колумб ушёл бы в Тихий океан без следа! (Бочаров Павел: «ему крупно повезло: не будь Америки, он мог бы просто погибнуть».)

И наоборот, если, к примеру, с Азорских островов просто и без фантазий опускаться на юг, то можно легко попасть на восточный выступ Южной Америки — в Бразилию (что португальцы буквально через несколько лет и сделали).

Можно не сомневаться в том, насколько Колумб был счастлив в этот момент. Тёплое море, зелёные пальмы, маленькие и **большие острова** (Куба и Эспаньола, ныне Гаити) — курорт, честное слово! И люди есть. Странно, правда, что ни китайского, ни какого-либо вообще языка, кроме собственного, они не понимают, представления о других странах к западу не имеют. В отличие от негров, у них нет ни золота, ни слоновой кости, одни попугаи да пальмовые листья, да и в качестве рабочей скотины они хлипковаты, — это всё уже не имеет значения, **«индейцы»** — и баста! И быстро домой, пока никто не опередил! (Флагман «Санта-Мария» погиб 25.12.1492 у берегов Гаити.)

Очень грамотно Колумб выбрал и свой обратный маршрут: сначала на северо-восток, по течению, известному сейчас как Гольфстрим, затем на восток по направлению западных ветров Атлантики, с тем, чтобы выйти не к Гибралтару, а к центральной Европе. На обратном пути буря разметала эскадру (корабль Пинзона унесло вообще во Францию), но

морские стихии — это ещё цветочки! По иронии судьбы буря доставила Колумба сначала на португальские Азорские острова, а затем в Лиссабон, — прямо пред светлые очи старого его знакомого Жуана 2. Король принял его (09.03.1493 г.), как светлейшего князя королевской крови, и широким жестом приказал бесплатно снабдить Колумба всем, чем только он пожелает. На этот раз Его величество гораздо более внимательно выслушал Колумба, тщательно поинтересовавшись, где он был, что видел, и что везёт обратно. Больше всего короля интересовал вопрос, не подпадают ли открытия Колумба под определения новых земель, дарованных ему папой. «Чужая душа — потёмки», и трудно сказать, какие именно выводы сделал португальский король из этого контакта. Видимо в тот момент конкуренция на морях со стороны «брата» Фердинанда испанского не сильно его беспокоила, наличная добыча Колумба была невелика (откровенно говоря, просто мизерная!), а сам Жуан, уже получив данные Ковильяна о восточной Африке, готовился к решающему броску **в Индию на восток**. Колумб открыл в океане много островов? Прекрасно! Но принципиальное отличие между той Индией, куда двигались португальцы, и той, где только что побывал этот Колумб, не могло ускользнуть от внимания Его величества (75° восточной или 75° западной долготы — почувствуйте разницу!). А ссориться с соседом, только что победившим всех мавров, пожалуй, не стоит. И Жуан 2 выпустил удачу из своих рук во второй раз! Исчезни Колумб без следа по любой из возможных причин (а их было предостаточно), и весь заморский мир стал бы португальским.

Колумба с почестями отпустили (а могли бы и зарезать; по одному из предложенных королю сценариев всю команду «законно» могли ликвидировать, как пиратов, ещё на Азорских островах), и 15.03.1493 г. он вернулся в Палос, откуда стартовал 7 месяцев назад. На Фердинанда и Изабеллу, которые вовсе и не чаяли, что этот чужеземный проходец Колумб вообще вернётся, свалилась неслыханная удача, и это сразу после победы в Гранаде. Вот что значит быть твёрдым в истинной христианской вере! **Новая империя**, обширнейших размеров, неслыханно богатая, — и буквально даром! [Ах, тут какой-то ещё Пинзон пишет, что это на свои деньги он снарядил корабли, открыл новые земли и готов служить короне. Ещё чего, да с такой фамилией!]. Через несколько дней кредитор Колумба тихо скончался. [Много позже уже император Карл 5 признал-таки его вклад и даровал семейству Пинзонов дворянство и привилегии «идадьго», а обычно короли своих долгов не вспоминают]. А сейчас нужно срочно закрепить новые владения за Испанией, а для этого снарядить новую, **обширную экспедицию** немедленно, в этом

же году! Пусть Колумб начинает подготовку сразу же, ещё до приезда, и пусть скажет, какая ему требуется помощь. (Из работ школьников: «Надо было посулить королю процент от прибыли и напелсти ему всякой чепухи про новые открытия».)

Церемония торжественной встречи Колумба при дворе была подготовлена спустя месяц, но зато уж и проведена была на уровне триумфального шествия, превзошла все мыслимые и разумные границы: все было блестяще, великолепно, жалких индейцев принарядили в специально изготовленные для них золотые украшения, пальмы и попугаи тоже неплохо смотрелись. Неслыханная милость Провидения в награду монархам за благочестие! Правда, как говорили умудрённые опытом придворные: огромные почести быстро кончаются, а «самые трезвые умы не могли не поддаться крайне странным иллюзиям».

Главный начальник запада папа Александр 6, атакованный королями с двух сторон, уже 4 мая 1493 г. подтвердил буллу от 1454 г., добавив в неё право Португалии на все восточные земли от мыса Бохадор вплоть до Индии. Папа провёл раздел мира в 100 лигах от островов Зелёного Мыса, отдав все земли западнее в собственность Испании. При этом за линию границы была взята западная оконечность Азорских островов. Жуан 2 справедливо счёл, что 100 — это мало, и заявил свой протест. Испанская сторона не стала сильно упираться, и в данном пункте уступила братцу Жуану (о чём позднее сильно пожалела, уступив Бразилию). Трудные переговоры двух соседних держав завершились 7 июня 1494 г. в г. Тордесильяс договором о **разграничении сфер господства** по линии 370 лиг от Островов Зелёного Мыса (49°32'56" з. д., или «папский меридиан»).

Уже 25 сентября 1493 г. началось второе плавание Колумба, но какая разительная перемена! Эскадра из 17 кораблей имела на борту 1560 чел., причём более 1000 из них были переселенцы: началась массовая колонизация Нового Света. («Король надеялся, что Колумб привезёт много пряностей и обогатит казну»). Колумб открыл ещё много всяких островов: Малые Антильские, остров Пуэрто-Рико, Ямайку. Но испанцев там ждали «испытания вместо рая», оставленный ими форт Навидад был разрушен, и золота было ну совсем мало. Когда Колумб в минорном настроении возвратился в 1496 г. домой, он испытал на себе уже явную холодность короля.

12. Гонка за лидером, или «кто главный индус?»

«Индийские» истории недолго были семейной тайной иберийских королей. Уже в 1496 г. **король Англии** Генрих 7, имевший переписку с Колумбом ещё в 1488 г., благословил Джона Кабота (генуэзец на службе у венецианских компаний!) «во все страны востока, запада и севера разыскивать и открывать разного рода острова и страны, до сего времени не ведомые христианам». На деньги бристольских купцов Кабот отправился «искать Китай» по пути викингов на западе, и в марте 1497 г. ещё раз «открыл» Ньюфаундленд и Лабрадор. В том же 1497 г. тихо прошло отплытие из Португалии в составе 4 кораблей Васко да Гама. В феврале 1498 г. началась вторая экспедиция Джона и Себастиана Кабота уже в составе 5 кораблей, — было обследовано почти всё северо-восточное побережье Северной Америки. Таким образом, пока Колумб занимался мелкими островами, они первыми достигли собственно материка.

Сам Колумб 30 мая 1498 г. вышел в третье плавание, имея уже всего лишь 6 кораблей. На этот раз он догадался взять на 13° южнее, и поэтому на сей раз он попал в район о. Тринидад и залива Париа (+10° с.ш.). Здесь он обнаружил, что вода в заливе стала пресноватой (!) и верно объяснил это впадением большой реки (р. Ориноко). Однако, прибыв на Эспаньолу, Колумбу пришлось заняться совсем иными делами — начался «крутой» мятеж колонистов.

А пока он занимался разборками в своей «Индии», в 1499 году в Европе случилась сенсация: через 10 месяцев плавания **вернулся Васко да Гама**. В 1498 г. он посетил Каликут и Гоа и привёз подлинные, настоящие богатства. Добрая надежда Диаша оправдалась, путь в Индию был открыт!

При этом известии король Испании Фердинанд почувствовал себя «в дураках». Все эти колумбовы острова, индейцы, попугаи и прочие штучки — это **НЕ ИНДИЯ !!** Неизвестно, что он высказал Изабелле, но уже 18 мая 1499 г. из Кадикса в обстановке секретности была отправлена экспедиция Алонсо де Охеды (одним из штурманов которой был некто Америго Веспуччи). С этой же экспедицией король Фердинанд направил нового губернатора Вест-Индии и королевского прокурора дона Франциско де Бобадилла.

Секретность миссии Охеды определялась целью, поставленной перед ним королём: пройти на запад до границы начала владений Испании (линия Тордесильяс), а затем по ней спуститься на юг до экватора и посмотреть, чем же в итоге владеет испанская корона на самом

деле, а не со слов всяких чужеземных мошенников и проходимцев. Экспедиция честно выполнила поставленную ей задачу, и можно себе вообразить, как низко отпали челюсти у Охеды и Бобадилла, когда 2 июля 1499 г. они таки дошли до экватора: перед ними простирался **материк!** Мало того, здесь было устье реки. Мало же и этого: эта река была **Амазонка!** (подобного чуда природы испанцы не то что никогда не видели, даже вообразить себе не могли: в Испании-то речушки летом переплунуть можно). Так каков же должен быть этот новый материк, если реки тут вот такие?! И почему это, интересно, Колумб всё время ходит в свою «Индию» по северному тропику, а не по экватору? А может быть самое интересное лежит ещё южнее? И наконец, самое главное: по действующему договору вправо лежат владения Испании, а влево, дальше на юг, откуда эта гигантская река несёт свои воды — уже Португалии! Ой, неспроста Жуан так отодвигал границу своих владений подальше на запад! Не информировал ли его Колумб о чём-то таком, о чём умолчал перед Фердинандом? И не выйдет ли в итоге так, что Испании на новом материке достанутся одни болота да острова с попугаями, а португальцам — все основные территории и богатства? Колумб использует деньги короля Испании, а на какого, собственно, короля он работает? (Мурашкин Илья: «злоупотребление государственных денег»).

С этими мыслями от устья Амазонки экспедиция пошла вдоль «испанского берега» направо, на северо-восток, и прошла более 4000 км береговой линии нового материка, мимо о. Тринидад, р. Ориноко (где сам Колумб был всего несколько месяцев назад), о. Кюросао, и Венесуэлы. Вот это было уже очень серьёзно! Прибыв на Эспаньолу, Бобадилл предъявил Колумбу обвинение в обмане короля, **арестовал** его и в 1500 г. в цепях (!) доставил в Испанию («мавр сделал своё дело, мавр может уходить»). (Григорьев Дмитрий: «по возвращении домой Колумба посчитали шарлатаном и арестовали»).

Можно не сомневаться, что король Фердинанд, с искренней радостью увидев вновь своего столь дорогого ему (в буквальном смысле слова) Великого Адмирала Моря-Океана, со жгучим интересом поспешил расспросить его обо всех его плаваниях и открытиях, о находках золота, да поподробнее. «Жгучим» — это тоже в буквальном смысле, многие биографы Колумба упоминают о пытках. («Сокровища из Америки были намного беднее тех, которые привезли из настоящей Индии»).

В марте того же 1500 г. в «правильную Индию» вышла португальская эскадра Педру Алвареша Кабрала в составе 13 кораблей! Одним

из капитанов был Диаш, который на себе испытал всю прелесть встречаемых течений, идущих вдоль берега Африки на север. Поскольку широта мыса Доброй Надежды была известна, эскадра пошла поперёк Атлантики прямо на юг. Не исключено, что аналогично Охеде, Кабрал также решал задачу «ревизии» владений своей, португальской короны вдоль «папского меридиана». И вдруг после экватора он наткнулся на материк! (а Охеда где-то тут побывал всего полгода назад). В соответствии с договором Тордесильяса Кабрал провозгласил новую землю собственностью Португалии и назвал Землёй **Санта-Крус** (Бразилия). Добравшись до настоящей Индии, Кабрал разграбил и в порядке гуманитарной помощи сжёг город Каликут.

Получив ещё один материк «даром», португальцы начали его активно осваивать. К 1 января 1502 г. они уже обследовали более 7000 км берега и основали Рио-де-Жанейро.

В этой ситуации испанский король Фердинанд почувствовал, что его могут опять сильно надуть, но уже братец-Жуан. Важен приоритет Испании! Было признано целесообразным вновь вызвать Колумба, привести его в порядок («амнистия») и опять отправить в эту его «Вест-Индию», чтобы отстаивать новый материк. 9 марта 1502 г. Колумб отправился в своё четвёртое и последнее плавание. На всякие там острова ему было приказано не отвлекаться. И хотя было понятно, что его «песня спета», именно в этом путешествии Колумбу в материальном смысле повезло больше всего. Сосредоточившись теперь на побережье материка, он открыл Гондурас, Никарагуа, Коста-Рику, Панаму, золотые рудники (россыпи) в Верагуасе (наконец-то!). Но опять продолжались неприятности: нападения туземцев, мятежи команды. Когда Колумб в 1504 г. вернулся в Испанию, он узнал о смерти Изабеллы, его покровительницы. Фердинанд же и «спасибо» не сказал, поскольку настоящая Индия для него была навсегда потеряна.

Португальцы же, войдя во вкус, активно продолжали своё наступление на восток. В 1502 г. Васко да Гама в чине адмирала Индии совершил своё второе плавание, пройдя обширное побережье Индостана. В 1505 г. вице-король Индии Альмейда разгромил египетский флот и вошёл в Персидский залив. В 1510 году Альбукерке захватил г. Ормуз, перекрыв пути по Персидскому заливу, и г. Гоа. С этого времени португальцы стали единственными **хозяевами** Индии. В 1511 г. они захватили Малайский п-ов и впервые встретили там китайские торговые поселения. В 1512 г. они захватили Молуккские о-ва (о-ва Пряностей), а в 1514 г. Хорхе Альварес добрался до Гуаньджоу (Кантон). Вскоре, в 1516 г. из Малакки было направлено португальское посоль-

ство в столицу Китая. В 1542 г. они добрались до Японии, а в 1550 г. добились права основать в Макао свою постоянную колонию. Таким образом, португальцы действительно «обошли» с юга турецкого султана, захватили Африку, Индию, Юго-Восточную Азию, и монополизировали всю восточную торговлю Европы. Они продавали пряности в Лиссабоне в 200 раз дороже своей цены, ограничивая их вывоз 5–6 кораблями в год, всё же остальное просто уничтожалось.

Не нужно думать, будто бы стремясь в «заморские» страны, европейские монархи руководствовались простым любопытством или желанием «облагодетельствовать» свои народы новыми знаниями и открытиями, а все прочие — благами истинной веры. Единственным стимулом к плаваниям, открытиям и завоеваниям новых стран было золото, и только золото. Не случайно именно в период перед Великими географическими открытиями столь пышным цветом расцвела алхимия. Сам Колумб такими «убедительными» словами характеризовал свойства этого металла: «Золото — это совершенство. Золото создаёт сокровища, тот, кто владеет им, может совершить всё, что пожелает, и способен даже впустить человеческие души в Рай». Но зато и его плачевная судьба, по словам Стефана Цвейга, вполне оправдана: «Васко да Гама возвратился из Индии, пристал к берегу у Каликута, посетил сказочно богатых „заморимов“, не в пример Колумбу, побывавшему только на маленьких островах и в наиболее уединённых местах материка». (Таиров Наиль: «его посадили за золото, которого он так и не нашёл».)

13. Тень полумесяца — 2

Итак, главным итогом 15 века для мировой торговли было открытие морского пути в Индию вокруг Африки и полная **монополия** на этом направлении Португалии, которая начала сказочно обогащаться. Однако, в начале 16 века произошла ещё одна немаловажная вещь: расширяющаяся экспансия турок вышла за пределы Малой Азии и начала стремительно расширяться на юг.

В 1514 г. султан Селим 1 разгромил Персию, затем последовала оккупация Сирии, северной Месопотамии, Ливана, Палестины. В 1516 г. та же судьба постигла египетских мамлюков, затем было занято побережье Аравии, где находятся мусульманские святыни. И хотя сами по себе святые места для бизнеса не столь важны, но при этом все **торговые пути** венецианцев через Ближний Восток оказались перерезаны. Преемник Селима султан Сулейман 1 (он же Великолепный) бодро продолжил завоевания: в 1520 г. был захвачен Алжир, Ирак и побережье

Персидского залива, в 1521 г. — Белград, а затем все Адриатическое побережье Далмации, в 1522 г. — Родос и другие острова Эгейского моря, в 1526 г. — Венгрия, а в 1538 г. — Аден и выход из Красного моря в Индийский океан. В итоге на западе Османская империя подступила вплотную к Италии, а на востоке сомкнулась с колониями португальцев. Теперь, после генуэзцев, турки взяли за горло и венецианцев — прежних монополистов в продаже товаров Востока в Европе. С начала 16 века в Средиземноморье война Турции и Венеции разгорелась не на жизнь, а на смерть (07.10.1571 — битва при Лепанто).

14. Правь, Испания, морями!

По итогам 15 века Испании приходилось «сохранять мину при плохой игре», — выходило так, что и на юге (в Африке), и на востоке (в Индии), и даже на западе (в Южной Америке) португальцы её обошли. Естественно, что при таком раскладе на карьере и судьбе Колумба можно было поставить крест. Единственным выходом из этого незавидного положения было продолжение поисковых походов на запад, уже по суше, вглубь нового материка, открытого Каботом, Охедой и Кабралом, и именно на этом пути Испанию ждало Великое Будущее. 30 сентября 1513 г. Васко Нуньес Бальбоа перевалил горы в самом узком месте Панамского перешейка и обнаружил на западе Великое Южное море. Он нашёл удивительно точное название для океана, известного в будущем, как **Тихий**. Знал бы он, как это море велико на самом деле!

В 1516–1518 гг. испанцы осваивают Юкатан и встречают тут цивилизацию майя. Наконец, в 1519 г. Кортес обнаруживает «**Золотую империю**» ацтеков, и в 1521 г. завоёвывает Теночтитлан.

А в это время в Европе следующий великий человек почти полностью повторял богатый мытарствами путь, пройденный Колумбом 30 лет назад. В 1515 г. уже следующему португальскому королю Мануэлу 1 был представлен проект поиска нового пути к недавно открытым островам Пряностей не вокруг Африки и далее мимо Индии на восток, а на запад, вокруг Земли Санта-Крус. Авторами этого предложения были португальский дворянин Фернан Магеллан и астроном Руй Фалейру. Удивительно, но факт: наследник наступил на те же грабли, что и его предшественник. Мануэл отверг эту идею, и Магеллан был вынужден уехать в Испанию.

Справедливости ради отметим, что идея Магеллана в том виде, как она могла быть им обоснована, действительно выглядела (и была на самом деле) безумной. К сожалению, мы не располагаем подробной

информацией о расчётах и проекте маршрута этого плавания. Напомним, что географическую долготу в то время моряки не могли измерять никак, а только учитывали пройденное расстояние в линейных мерах (милях, лигах) или в днях пути, в отличие от широты, которую можно измерить в любой момент по высоте светил над горизонтом. Естественно, что с учётом трудностей плавания, противных ветров и течений, пройденный путь всегда казался много длиннее, чем истинный. Поэтому вполне могло показаться, что весь путь португальцев на восток до островов Пряностей и впрямь занимает большую часть земного шара. В результате, несмотря на состоявшееся открытие Америки, Магеллан, по сути, повторил прежнюю стратегическую ошибку Колумба, рассчитывая найти Китай и острова Юго-Восточной Азии не так уж далеко к западу от Бразилии. На самом же деле, долгота Молуккских островов составляет всего 130° в. д., а от Рио-де-Жанейро их отделяют 190° — больше половины земного экватора!

Итак, в 1518 г. Магеллан был вынужден повторить путь Колумба и от португальского короля бежал к испанскому Карлу 1, с которым ему (уже под именем «Фернандо») и Фалейру удалось в марте 1518 г. заключить договор. Задача экспедиции формулировалась так: поход к португальским **островам Пряностей с запада** и захват их. 20 сентября 1519 г. эскадра из 5 кораблей вышла в Атлантику, рассчитывая найти проход в «Южное море» на $30\text{--}35$ градусах южной широты, аналогично южной оконечности Африки. Знал бы Магеллан, дойдя в начале 1520 г. до южного тропика, насколько он ещё далёк от своей промежуточной цели, и что ему предстоит спускаться вдоль берега Южной Америки почти что до льдов Антарктики! В этот период ему предстояли ещё более суровые испытания, чем в своё время Колумбу: открытый мятеж команды (чтобы вернуться) он смог подавить, только проведя показательный суд и казнив своего противника. Вход в пролив, позднее получивший его имя, был обнаружен на широте -53° (мыс Горн — 56° ю. ш.), и только 27 ноября 1520 г., больше года спустя(!) от начала плавания, ему удалось вырваться на просторы Тихого океана.

Но и это ещё было не самым ужасным. Взяв курс на северо-запад, чтобы пересечь это «море» и выйти к Китаю или Индии, его эскадра шла более 3 месяцев без единого намёка на землю или остров, без свежих продуктов и без воды! Большая часть команды погибла на этом пути. Поднявшись вновь до экватора и ничего не обнаружив, Магеллан был вынужден полностью повернуть на запад. Наконец, только 6 марта 1521 г. он наткнулся на острова «Латинских Парусов» (ныне Марианские), и был спасён от гибели. Вскоре, после открытия Филип-

пин (также отнесённых к владениям испанской короны), на о. Мактан 27 апреля 1521 г. он был убит, а жалкие остатки его эскадры, только к ноябрю 1521 г. достигшие изначально поставленной цели похода, — островов Пряностей, были разбиты португальцами и взяты в плен. Всего одно лишь судно под командой Эль Кано улизнуло, и пройдя полный опасностей «путь пряностей» вокруг Африки, прячась от португальцев, в сентябре 1522 г., спустя 1081 день плавания вернулось в Испанию, имея на борту всего 18 оставшихся в живых членов команды. И если Колумбу, чьё плавание «в неведомое» продолжалось всего 31 день, крупно и дважды повезло, то Магеллан, руководствуясь теми же идеями, полной мерой хлебнул цену тех же ошибок, заплатив за свои открытия высшую цену из возможных.

Но и «цена» открытий Магеллана была безмерно высока: планета Земля оказалась планетой **Океан**, между Азией и Америкой обнаружилось водное пространство, много шире Атлантики, все океаны оказались связанными между собой, так что земной шар можно «оплыть», но нельзя «обойти». Кстати, вернувшиеся моряки Эль-Кано потеряли в своём счёте один день календаря (вот растяпы!), а смысл этого феномена был осознан только в 1580 г., после аналогичного «открытия» Дрейка.

Мир опять переменялся. Пришлось дипломатам двух королей вновь собираться в пограничном городке Бадахос (1524 г.) и думать, как этот новый мир **переделить по-новому**. Главной проблемой при разделе Тихого океана продолжала оставаться проблема долготы: представление о реальном положении островов Пряностей отсутствовало. В 1529 г. в Сарагосе договорились провести второе разграничение мира на 17° восточнее Молуккских островов — таким образом Тихий океан превратился в «испанское озеро». Вскоре, в 1532 г. Писарро захватил **Перу**: Испания полной мерой начала получать дивиденды колумбовых открытий (из Мексики и Перу испанцы вывезли в общей сложности золота на сумму более 450 млн. песо).

Как только богатства Нового Света рекой потекли в Испанию, прочие европейские начальники тоже забеспокоились. Как сказал в 1534 г. король Франциск 1: «пусть мне покажут тот пункт в завещании Адама, в силу которого Новый Свет должен быть разделён между моими братьями, королями Испании и Португалии, а я должен быть лишён своей доли наследства»; и послал экспедицию Жана Картье, которая открыла берег французской **Канады**. Англия в ответ на сделку иберийских владык объявила принцип свободного мореплавания (т. е. свободного грабежа). Эпоха великих географических открытий, начатая безвест-

ным уроженцем Генуи, бурно продолжалась. Помимо юго-восточного прохода в Индию (открытого Васко да Гамой) и юго-западного (Магелланом), начались поиски и в других направлениях. Северо-восточный проход вокруг Евразии в 1553 г. начал исследовать англичанин Ченслор, затем — Московская компания, основанная в 1554 г. в Лондоне. Северо-западным проходом вокруг Америки интересовались «пират Её Величества» Дрейк, а затем Кук.

15. Америка, а не Колумбия

В результате турецких завоеваний на юго-востоке Европы, в Малой Азии и Ближнем Востоке, европейской цивилизации волей-неволей пришлось «выплеснуться» из лоханки Средиземного моря в **Мировой океан**, и при этом плоский мир превратился в невообразимо огромный Земной шар.

В 1507 г. географ из Лотарингии Вальдземюллер опубликовал путевые записки Америго Веспуччи, высказал мнение о **четвёртой** части света, введя понятие «Новый Свет», и предложил для континента название «Америка».

Подводя некоторый итог нашему рассказу, можно констатировать следующее. Неудивительно, что новый материк получил имя «Америка», ведь Колумб всегда говорил «Индия», а уже через несколько лет всем стало понятно, что это была вовсе не Индия; Колумб открывал только острова большие и малые (все данные по его 4-му плаванью оставались испанским секретом), а сам новый материк открыл Кабот, затем Охеда, затем Кабрал (все эти экспедиции по понятным причинам также были «закрытыми»). Первым описал берега Нового Света Америго Веспуччи, а в науке действует принцип: открытие «записывается», как правило, за тем исследователем, кто первым свои данные публикует.

Неудивительно, что Колумб последние годы прожил в нищете, и смерть его в 1506 г. осталась полностью незамеченной. Ведь его авторитет и в Португалии, и в Испании был подорван, признавать за ним его прошлые заслуги и титулы, дарованные ему ранее, в угаре энтузиазма, Их Королевским Величествам было вовсе невыгодно. Ну в самом деле, не платить же Колумбу обещанную долю доходов Нового Света, не держать же его там Вице-королём! (Данилова Тая: «Колумба арестовали из чисто экономических соображений — чем меньше людей владеют новинкой, тем больше концентрация денег у них».) Поэтому сам он был заброшен и забыт, а Веспуччи, напротив, получил в 1508 г.

звание «главного пилота Кастилии»! («Более дальновидные люди догадались, что Колумб открыл новые земли, и из боязни, чтобы он не присвоил их себе, арестовали его сразу после возвращения»). Единственно, что во всей этой истории удивительно, так это то, что Колумб не повторил судьбу Пинзона, не был «сдан» инквизиторам, и не был казнён. И кстати, архив Колумба, хранящийся в Ватикане, более 500 лет остаётся закрытым; несмотря на многочисленные предложения канонизировать его за выдающиеся заслуги по распространению «единственно верной религии», Святейший престол никогда их так и не поддержал, видимо, по идеологическим или иным мотивам.

Ефимчук Алексей пишет: «Колумб не учёл массу Земли, в западном полушарии должен быть противовес восточному». Действительно, после открытия Америки идея противовеса северному полушарию Земли, где больше суши, чем океанов, владела умами географов, предполагавших наличие большого Южного материка. Антарктида, которую искал Кук, а нашли Беллинсгаузен и Лазарев, оказалась совсем «небольшой», т.к. Земля на самом деле не нуждается в «противовесах».

951. Во время плавания Колумба (1492 год) стрелка компаса, которая, как всем тогда было известно, притягивается Полярной звездой, неожиданно отклонилась от своего нормального положения. Чем было вызвано это явление? На какую величину она отклонилась? А может ли стрелка компаса показывать на юг?

В книге Вашингтона Ирвинга «Жизнь и путешествия Христофора Колумба» читаем: «Вечером, 15 сентября (1492 г.) в двух сотнях лиг от острова Ферро, Колумб впервые обратил внимание на отклонение стрелки компаса, которого ранее никогда не наблюдалось. Уже в сумерках он приметил, что стрелка не указывает на Полярную звезду, а повернута к северо-западу на полчетверти румба, или на пять с лишним градусов, наутро же отклонение было ещё больше. Поражённый этим обстоятельством, он в течение трёх дней внимательно следил за компасом и обнаружил, что отклонение стрелки увеличивается по мере продвижения вперёд. Сперва он умолчал об этом явлении, зная, как легко можно встревожить моряков, но вскоре оно было замечено кормчими и повергло их в ужас. Колумб употребил все свои знания и изобретательность, изыскивая доводы, могущие рассеять их страхи. Он говорил, что стрелка компаса указывает не на Полярную звезду,

а на неподвижную и невидимую точку. Следовательно, отклонение её связано не с негодностью компаса, а с движением самой звезды, которая подобно другим небесным телам, подвержена переменам и вращению и ежедневно описывает круг у полюса. Репутация высокоучёного астронома в глазах кормчих придала весомость его объяснению, и их беспокойство улеглось».

В данной ситуации Колумб, действительно, проявил удивительную изобретательность в нахождении аргументов в условиях знаний того времени, когда не было известно ни системы мира Коперника, ни магнитного поля Земли, ни движения её оси и полюсов, ни собственных движений звёзд. Действительно, стрелка компаса показывает **не** на Полярную звезду, а Полярная звезда, действительно, **вращается** вокруг полюса мира.

Разберёмся сначала со звёздой. В современную эпоху (J2001.5) звезда α Ursa Minor (видимая звёздная величина $m = 2,02$) имеет склонение $\delta = +89^{\circ}16'14''.33$ и отстоит от полюса мира на величину $43'45''.67$. Соответственно, она в течении суток описывает вокруг полюса круг этого радиуса, который почти в 3 раза больше видимого размера Солнца или Луны. Кроме этого, данная звезда относительно недолго носит имя «Полярная». Вследствие прецессии земной оси (см. вопрос № 569, стр. 179) полюс мира перемещается по небу мимо Полярной звезды со скоростью около 0,5 градуса за 100 лет. Так что в Древнем Египте (5000 лет назад) «Полярной» была звезда α Дракона, в начале нашей эры ярких звёзд у полюса вообще не было, через 2000 лет «Полярной» станет γ Цефея, а через 12000 лет — Вега (α Лир). Во времена Колумба, 500 лет назад, Полярная звезда отстояла от полюса примерно на 3,5 градуса и описывала суточный круг в 7 градусов, или почти в 5 раз больше, чем теперь. Этот эффект не мог быть неизвестен астрономам того времени. По величине это соответствует наблюдавшемуся Колумбом эффекту, но, разумеется, не по периоду, поскольку стрелка компаса не притягивается (и никогда не притягивалась) Полярной звездой и не демонстрирует таких суточных колебаний.

Точности ради отметим также, что ось вращения Земли (которой соответствует северный географический полюс на поверхности Земли и полюс мира на небе) сама совершает вековые квазикруговые движения внутри тела Земли с амплитудой около 30 метров. Кроме этого, за счёт движения континентов за прошедшие 500 лет берега Атлантического океана разошлись на величину около 10 м. Разумеется, что для обсуждаемой проблемы данные эффекты несущественны.

Наиболее существенным является факт несовпадения магнитных полюсов Земли и географических. Северный геомагнитный полюс имеет координаты: 76° с. ш. и 101° з. д. (на 1970 г.). Стрелка любого компаса намагничена, и её положение в пространстве определяется взаимодействием с силовыми линиями окружающего магнитного поля. Угол между направлением невозмущённых силовых линий магнитного поля Земли и направлением на северный географический полюс называется **магнитным склонением**. В каждом месте Земли оно разное, при отклонении стрелки к востоку от меридиана оно считается положительным, а при отклонении к западу, как у Колумба, — отрицательным. Если следовать из Европы в Америку примерно по пути Колумба, то магнитные склонения к западу в современную эпоху будут составлять (примерно): в Генуе 5° , в Гибралтаре 10° , на Канарских островах 15° , в середине Атлантики около 20° , у Бермудских островов 10° , на Гаити 5° , на Кубе и во Флориде — 0° .

Природа магнетизма Земли (и других планет) до сих пор хранит много загадок. Предполагается, что глобальное геомагнитное поле возникает благодаря т. н. «динамо-механизму», связанному с гидродинамическими движениями в жидком ядре Земли. Для магнитного поля существенны, по-видимому, также и другие факторы, например, приливное воздействие Луны. Не будем, однако, сильно упрекать рулевых Колумба в незнании свойств магнитного поля и компаса. Ведь, например, ещё современники Ньютона всерьёз обсуждали, как влияет на показания компаса натирание его ... чесноком, или «известное» свойство компаса, позволяющее мужу «контролировать» верность жены. Тогда же, в 1700 г. Эдмунд Галлей составил первую карту магнитных склонений для мореплавания, только через 200 лет после открытия этого эффекта Колумбом.

В целом структура земного магнитного поля очень сложна, и только в первом, самом грубом приближении его можно представлять в виде диполя. На самом же деле, условный центр магнитного поля сейчас смещён относительно центра Земли почти на 500 км в сторону Тихого океана, а геомагнитная ось наклонена к оси вращения Земли на угол 11° . Напряжённость магнитного поля Земли также сильно меняется в разных районах земного шара. От северной до центральной части Атлантического океана, например, она уменьшается в два раза: от 0,550 до 0,250 эрстед.

Однако наиболее сложной проблемой геомагнетизма является сильная переменность магнитного поля Земли. Все его параметры: склонение, наклонение, напряжённость, локальные аномалии, — изменяются

так, как если бы поле вращалось внутри твёрдого тела Земли. Это явление, известное как «западный дрейф» геомагнитного поля, происходит со скоростью до $0^{\circ}.2$ в год (т. е. один оборот за 1800–2000 лет). Оба геомагнитных полюса также перемещаются по поверхности Земли, изменяя при этом и свою долготу, и широту. Например, в Лондоне за период измерений около 400 лет магнитное склонение «гуляло» в диапазоне более 30° (!) и составляло $+11^{\circ}$ в 1600 г., $-21^{\circ}.5$ в 1860 г., $-10^{\circ}.0$ в 1960 г. Точную картину магнитного поля Земли по состоянию на 1492 г. восстановить трудно, поскольку существуют различные модели его динамики. Не исключено, что во время плавания Колумба в Европе склонение составляло около 5° к востоку, а северный геомагнитный полюс мог находиться где-то в районе Гренландии или даже Исландии. В этом случае сам факт несоответствия стрелки компаса направлению на Полярную звезду Колумбу, как опытному мореплавателю и космографу, должен был быть известен заранее, поразило же его изменение положения стрелки в разных районах Океана. Дополнительную интригу в «дело» о магнитном склонении вносит то обстоятельство, что это явление вполне могло быть открыто и теми португальскими мореплавателями, которые шли в Индию путём «на восток», если бы они во время плавания могли бы постоянно видеть Полярную звезду в качестве репера. Но, огибая Африку с юга, естественно, они теряли её из виду.

Помимо неоднородностей глобального геомагнитного поля, порождаемых глубинными процессами в ядре и мантии, наблюдаются также его региональные и локальные **аномалии**, связанные с месторождениями магнитных минералов в земной коре. Наиболее известным примером являются залежи железной руды в районе Курской магнитной аномалии, где напряжённость поля достигает 2 Э, что почти в 4 раза превышает нормальные значения. На маршруте Колумба подобных локальных аномалий не выявлено, но, в принципе, за 500 лет локальная структура магнитного поля в Атлантике тоже могла заметно измениться.

Помимо вековых вариаций, магнитное поле Земли обнаруживает быстрые колебания с периодом от нескольких дней до нескольких секунд. Существуют колебания, связанные с солнечными сутками и с периодом обращения Луны, а также локальные и перманентные возмущения. Наибольшие неприятности доставляют т. н. «магнитные бури», порождённые мощным воздействием корпускулярного излучения Солнца (солнечного ветра) на магнитосферу Земли. Примерно раз в год случаются бури с амплитудой возмущений до $0,015$ Э, мощностью до 10^{19} эрг/с и полной энергией до 10^{24} эрг. Токи в магнитосфере при

этом составляют 60000–100000 ампер, а в околополярных районах высыпаящиеся в атмосферу частицы вызывают яркие «полярные сияния».

Наконец, сама величина напряжённости глобального магнитного поля Земли очень быстро уменьшается: примерно на 5% за столетие. Это означает, что примерно через 2000 лет оно полностью исчезнет (!).

Как было отмечено, стрелка компаса может показывать на юг (магнитное склонение 180°) на линии между северным географическим и геомагнитным полюсом. Строго говоря, геомагнитным полюсом называется то место на поверхности Земли, где силовые линии магнитного поля расположены вертикально, соответственно, стрелка компаса там показывает ... **вниз**.

Именно так, методом свободно подвешенной магнитной стрелки, Джеймс Кларк Росс (1800–1862) открыл северный магнитный полюс, когда обследовал на саях остров Кинг–Вильям и полуостров Бутия во время экспедиции Джона Росса 1829–1833 гг. по поиску Северо-западного прохода. Интересно, что он же участвовал в трёх экспедициях в Антарктику в 1839–1843 гг. с целью поиска магнитного полюса Южного полушария. Его именем назван ледовый барьер в Антарктиде и море у её берегов.

955. Какие принципиально важные астрономические измерения выполнили во время своих путешествий Колумб и Кук?

Одной из распространённых ошибок было утверждение, что Колумб и Кук измеряли координаты звёзд Южного полушария. Поскольку уже с экватора виден Южный полюс мира, то все яркие звёзды южного неба также могли наблюдаться португальскими капитанами задолго до Колумба. Для измерения координат звёзд необходимы точные и систематические наблюдения на одном месте с применением меридианных телескопов и часов. Эти задачи решались много позднее специальными астрономическими экспедициями в южном полушарии. Самое большее, что реально могли сделать капитаны кораблей в открытом море, это наблюдать какие-либо новые объекты, например, Магеллановы облака — ближайшие к нам галактики. Наоборот, это им, капитанам, были нужны координаты звёзд для определения своего местоположения.

Как уже было неоднократно отмечено, «ахиллесовой пятой» мореплавания в то время была принципиальная невозможность измерить географическую долготу положения вновь открытого острова или материка, а соответственно, и понять их истинное расположение на поверх-

ности земного шара, что и привело к таким катастрофическим последствиям и Колумба, и Магеллана.

Как известно, долгота — это разница во времени между моментами полудня на разных меридианах. В принципе для того, чтобы определить местоположение любой точки на Земле, нужно два условия: во-первых, необходимо некоторое событие (явление), видимое одновременно в обоих пунктах, и, во-вторых, нужно измерить момент этого события по местному времени каждого из пунктов. Тогда разница долгот пунктов будет равна разнице их местных времён. Ни древних, ни средневековых европейских астрономов и космографов проблема долгот не сильно беспокоила: не было прямой практической необходимости; измерений расстояний в днях пути между городами на суше и островами на море для повседневных нужд было достаточно.

Не так обстояло дело на мусульманском востоке: учёные имамы должны были знать долготу каждого города, да поточнее. И причина к тому была самая что ни на есть серьёзная: без точного знания и широты, и долготы города невозможно точно рассчитать **направление (азимут)** на Мекку — главную святыню всех правоверных. Именно к Мекке должны обращать они свои молитвы, именно и точно туда должен быть направлен михраб каждой мечети (см. также вопрос № 936, стр. 265). А если мечеть будет неправильно ориентирована — молитвы могут не дойти до Аллаха, попасть не по тому адресу к кому-нибудь ещё! Поэтому именно арабские астрономы, переняв эстафету у александрийских учёных, в течении почти 1000 лет (с 7 по 16 век) были главными хранителями и продолжателями математических и астрономических знаний, наблюдали небесные светила, измеряли их высоту над горизонтом, создали алгебру и сферическую тригонометрию, методы вычислений и таблицы. В качестве астрономических событий, видимых во всех местах одновременно, они использовали **лунные затмения**, определяя моменты времени начала затмений, получали и долготу своего места.

И всё-таки, как ни крути, а Колумб был фантастически везучим человеком. Во время последнего, 4-го плаванья ему опять и крупно повезло. 29 февраля 1504 г. произошло полное лунное затмение, эфемериды которого ему были известны заранее.

Дело в том, что ещё в 1471 г. астроном **Региомонтан** перебрался в г. Нюрнберг. По счастью, ему удалось уговорить местного богатого купца Бернгарда Вальтера, который дал ему денег на строительство астрономических инструментов и организацию небольшой обсерватории. Через 3 года, в 1474 г. Региомонтан издаёт свои знаменитые

«Эфемериды» — таблицы координат звёзд, положений планет и обстоятельств затмений на период 1475–1506 гг, которые обессмертили его имя в истории науки. Но буквально через 2 года(!), в 1476 г. он умирает, а в 1504 г., всего за 2 года(!) до конца расчётного периода, Колумб оказывается не в испанской тюрьме³⁰, а на острове Ямайка, и по эфемеридам Региомонтана наблюдает лунное затмение!

Даже имея в своём распоряжении только песочные часы (которые могут измерять лишь непродолжительные интервалы времени), Колумб смог определить и момент истинного местного полудня, и момент начала затмения. Это затмение, предсказанное Региомонтаном на 01 марта в 01 ч 36 м Нюрнбергского времени, началось около 19 ч ямайского местного времени (на Ямайке ещё было 29 февраля). Отсюда Колумб мог сделать заключение о разнице долгот между Нюрнбергом и Ямайкой примерно в 6,5 часов, т. е. с удовлетворительной точностью определить **обе географические координаты** своего местонахождения (истинные значения о. Ямайка — 78° з. д. 18° с. ш.). Почти наверняка это же затмение наблюдал и Васко да Гама, который в тот момент находился в Индии. Соответственно, истинное географическое положение и Индии, и Вост-Индии можно было уже достаточно точно зафиксировать на глобусе.

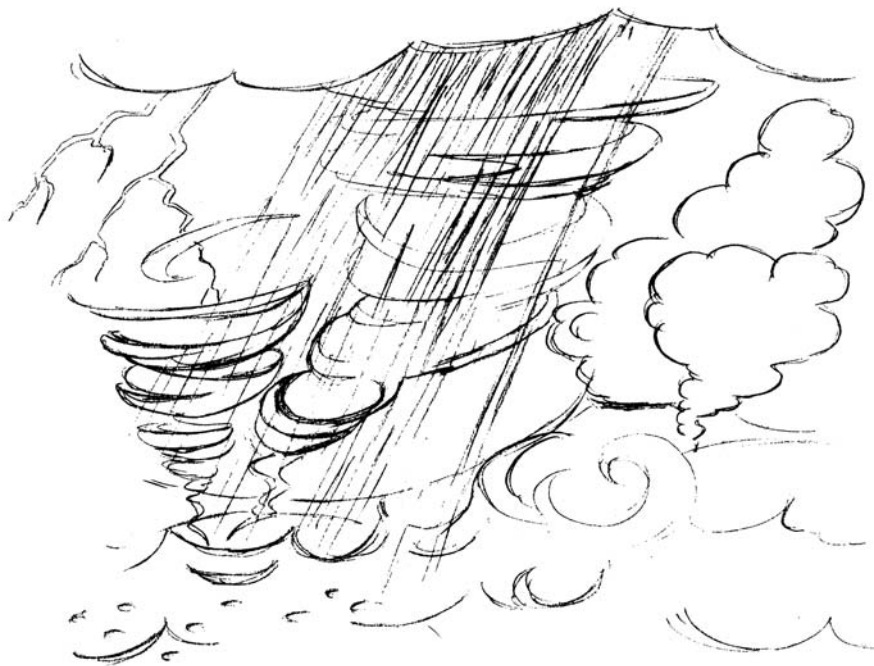
Главной трудностью затмённого метода определения долгот была большая редкость затмений. В 17 веке после изобретения Галилеем телескопа и открытия спутников Юпитера, для этой цели стали применять наблюдения их относительных положений, которые могли вычисляться заранее в виде таблиц. Однако, условия для наблюдений были не всегда благоприятными, и точность оставляла желать много лучшего.

Поэтому, когда на 26 мая 1761 г. было предсказано **прохождение Венеры** по диску Солнца, многие астрономы отправились в разные области Европы и Азии для астрономических наблюдений. Наблюдения проводил Королевский астроном (т. е. директор Гринвичской обсерватории) Невил Маскелайн. Парижская академия наук заранее отправила аббата Жан Шаппа д'Отероша точно измерять момент времени и определять долготу места далеко на восток — в Тобольск. В Санкт-Петербурге это же событие наблюдал М. В. Ломоносов, неожиданно обнаружив атмосферу Венеры. Через 8 лет должно было состояться ещё одно такое же прохождение Венеры — 6 июня 1769 г. Наблюдения проводились также во многих местах Земли: Парижская академия вновь командировала Отероша, но на сей раз в Калифорнию; в Гурьеве

³⁰ см. вопрос № 950, п. 12, стр. 298

наблюдения проводил Пётр Иноходцев. Английское Королевское общество снарядило в 1768 г. специальную астрономическую экспедицию с теми же целями в Тихий океан. Командовал кораблём молодой и никому тогда неизвестный лейтенант королевского флота Джеймс Кук. Сопровождавшие его астрономы произвели измерения моментов прохождения на о. Таити, и благодаря этому стало возможным построить окончательную координатную сетку **долгот на всей акватории Тихого океана**. (Сухина Анна: «Колумб и Кук измерили, что на каком градусе находится»).

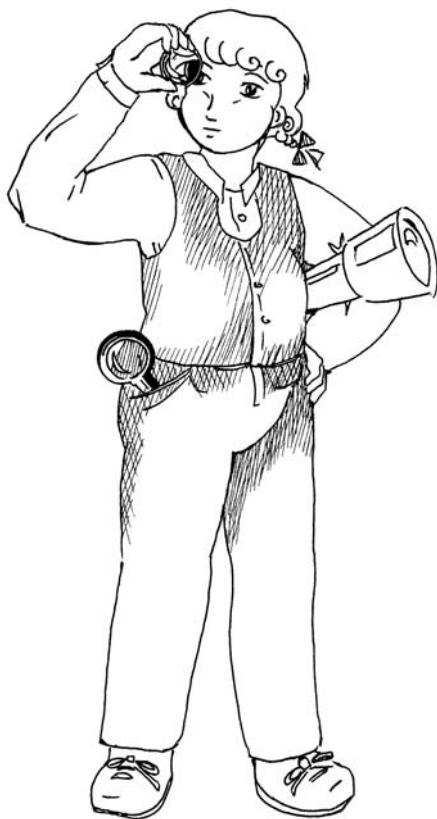
Глава 26. Волны, вихри и дымы



991. Могут ли разные части одного небесного тела вращаться в разные стороны?

См. ответ на вопрос № 119, стр. 99.

Глава 28. Оптика



1034. В чём преимущество телескопа перед глазом?

На протяжении тысячелетий человек сначала любовался, а затем пытливо наблюдал ночное звёздное небо «невооружённым» глазом. Но в 16 веке ремесленники научились изготавливать из стекла лупы и очковые линзы приемлемого качества, что и явилось предпосылкой создания таких оптических приборов, как микроскоп и телескоп.

Только в 1609 г. (всего-то 400 лет назад) Галилео Галилей построил первый оптический телескоп и направил его в небо. Изобретение телескопа позволило сделать столь впечатляющие и неожиданные астрономические открытия, что это заставило многих его современников всерьёз задуматься о сложности и безграничности Вселенной, способство-

вало продвижению коперниканского учения «в массы», и, в конечном итоге, привело к крушению религиозного мировоззрения.

Первая задача, которую телескоп, как и всякая двухлинзовая система, позволял решать — это разделение близкорасположенных объектов, которые простым глазом не различаются, т. е. повышение **углового разрешения**. Обычное разрешение человеческого глаза, как известно, составляет около 1 угловой минуты, что примерно соответствует размеру Венеры (её фазы могут видеть очень немногие люди). Наблюдение фаз Венеры в первый телескоп было и первой наглядной демонстрацией системы Коперника, как явно видимого процесса её обращения вокруг Солнца. Лучший из телескопов Галилея имел диаметр 5,3 см, его разрешение было в 10 раз выше относительно глаза (соответствует современному 10-кратному биноклю), что позволило ему увидеть не только горы на Луне, пятна на Солнце, диски планет, но и разрешить Млечный Путь на отдельные звёзды.

С 17 по 19 век основной задачей астрономии были визуальные наблюдения в телескопы взаимных расстояний между небесными объектами, измерение их положений и перемещений. Наблюдения протяжённых объектов и их деталей (диски Солнца и планет, кометы, туманности) также проводились визуально. Угловое разрешение телескопов при этом было ограничено несовершенством оптики, а также диском атмосферного дрожания размером от 1 до 5 угловых секунд (см. вопрос № 114, стр. 93).

Принципиальным ограничением по угловому разрешению для любой идеальной оптической системы является дифракция света, размывающая точечный источник в световое пятно с угловым размером λ/D , где D — диаметр входного зрачка телескопа (объектива), а λ — длина волны (для зелёного света — 0,5 мкм). Только в 1970-х годах началось развитие техники спекл-интерферометрии (см. вопрос № 114, стр. 93), которая позволила преодолеть атмосферное дрожание изображений и приблизиться к дифракционному пределу разрешения больших телескопов (около 0,05 угловой секунды). Под таким углом можно рассматривать буквы в книге с расстояния 4 км, или с орбиты спутника Земли видеть наручные часы у кого-нибудь на руке. Наконец, запуск телескопов в космос позволил полностью преодолеть атмосферные помехи и получать стабильные и панорамные изображения с дифракционным разрешением.

Намного более впечатляющих успехов по разрешению добились радиоастрономы, которые соединяют сигналы телескопов, находящихся на разных концах Земли, и получают разрешение до 60 микросе-

кунд дуги. В 1997 г. был запущен японский спутник VSOP, который реализует космический радиоинтерферометр размером 2,6 диаметра Земли³¹. Российский проект «Радиоастрон» предполагает увеличить размер синтезируемого телескопа до 25 диаметров Земли и получать разрешение до 9 мкс дуги. В ближайшее время в космосе будут реализованы также и оптические интерферометры, которые будут иметь разрешение в 10 000 000 раз выше, чем у человеческого глаза. С их помощью уже можно будет не только прочесть книгу, лежащую где-нибудь на поверхности Луны, но и непосредственно обнаружить планеты земного типа в окрестностях других звёзд.

Вторым важнейшим фактором телескопа является его **собирающая способность**, т. е. количество света, который он может собрать и направить на приёмник излучения (например, в глаз). Очевидно, что собирающая способность телескопа зависит от площади его объектива (апертуры), которая в случае сплошного объектива пропорциональна квадрату его диаметра. Телескоп Галилея имел в 10 раз больший объектив, чем зрачок глаза, и поэтому собирал света в 100 раз больше. Это позволило ему не только открыть 4 спутника Юпитера (названных им «медичейскими звёздами» в честь герцога Медичи, а впоследствии получившими наименование «галилеевых») и наблюдать за их движением, но и увидеть в 1610 г. «выросты» с боков у Сатурна, которые впоследствии оказались его кольцом. Более того, в 1612 г. произошла и вовсе фантастическая история: Галилей наблюдал спутники Юпитера, соотнося их положение с неподвижными звёздами фона. 28 декабря он наблюдал две такие звезды, а спустя месяц, 28 января 1613 г. он отметил, что взаимное расположение этих звёзд изменилось. И только через 366 лет (!) выяснилось, что Галилей под видом звезды фона наблюдал тогда не что иное, как планету Нептун (!), официально открытую Леверье лишь в 1846 г.

Очевидно, что наблюдения все более и более слабых объектов на небе требуют использования телескопов всё большего размера. Глаз человека способен видеть ночью звёзды до 6 звёздной величины. Телескоп диаметром 1 м соберёт в 50000 раз больше света и позволит разглядеть объекты до 18-й величины. Но реально большие телескопы для визуальных наблюдений не используются, поскольку повышение чувствительности целесообразно производить также за счёт времени накопления света на приёмнике. Наиболее крупная оптическая система телескопов VLT, состоящая из 4-х зеркал диаметром 8 м каждое, имеет общую

³¹ см. вопрос № 854 стр. 233

собирающую апертуру около 200 м^2 . С её помощью уже можно будет попытаться непосредственно увидеть наиболее крупные планеты около звёзд в «ближайших» окрестностях около Солнца радиусом 5 парсек (или 16 световых лет). В радиоастрономии удаётся построить значительно большие по площади зеркала: крупнейшее полноповоротное зеркало в Бонне имеет диаметр 100 м, а неподвижное в Пуэрто-Рико — 300 м. В ближайшее время в Европе начнёт реализовываться проект синтезирующей решётки площадью 1 км^2 .

Третья важнейшая функция телескопа — это построение в фокальной плоскости **изображения** небесного тела для его последующей документальной фиксации. До тех пор, пока основной задачей астрономов были измерения взаимного положения звёзд, можно было ограничиваться визуальными наблюдениями. При этом протяжённые объекты, как правило, зарисовывали (например, туманности или хвосты комет), что порождало известный субъективизм в их дальнейшем толковании. Наиболее знаменитый конфуз визуальных наблюдений случился с т. н. «каналами на Марсе», открытыми Джованни Скиапарелли в 1877 г. Ажиотаж вокруг марсиан продолжался до 1930-х годов, а впоследствии, при документальном фотографировании оказалось, что никаких «каналов» на Марсе просто нет, всё это были эффекты человеческого восприятия неопределённых изображений. Между тем, первый астрономический «документ» был получен значительно раньше: в 1840 г. Дж. Дрейпер получил первый удачный дагерротип лунного серпа. С тех пор и до конца 20 века телескопы обеспечивали широчайшее применение фотографии в астрономии, а с 1980-х гг. фотография была вытеснена твердотельными квантовыми приёмниками излучения (ПЗС матрицы, как в видеокамерах и цифровых фотоаппаратах), не только фиксирующими изображение, но и передающими его непосредственно в компьютер для последующей цифровой обработки.

Наконец, четвёртая особенность телескопа, открывающая удивительные возможности для астрофизических исследований, состоит в том, что излучение, собранное телескопом, можно затем направить на **спектральные приборы**, разлагающие свет по длинам волн, и анализировать его спектральные особенности. Человеческий глаз сам по себе имеет чувствительность в очень узком спектральном т. н. «видимом» диапазоне (от $0,39 \text{ мкм}$ фиолетового предела света до $0,76 \text{ мкм}$ красного, см. вопрос №3, стр. 73), так что эквивалентная ширина кривой видности для дневного зрения составляет всего 1068 Ангстрем. Кроме этого, глаз имеет и относительно низкую спектральную избирательность: несмотря на множество цветовых оттенков, различаемых художниками и колори-

метристами (по оценкам, до 10 000 цветов), для астрономии это имеет весьма малое значение (см. вопрос № 813, стр. 228). Спектральные же приборы (сначала призмы, затем дифракционные решётки) позволяют получать и измерять тончайшие особенности спектров небесных объектов, по которым можно определить скорость движения объекта, его температуру, химический состав, и даже его вращение и величину его магнитного поля. Не будет преувеличением сказать, что абсолютное большинство наших современных знаний об астрономических объектах мы имеем только благодаря изобретению И. Ньютоном спектрального анализа (см. комментарий № 811, стр. 224).

Современные достижения спектроскопии, с помощью которых обнаруживают планетные тела около других звёзд, позволяют измерять колебания скорости движения звезды с точностью до 5 м/с, что соответствует смещению линии в спектре на относительную величину 10^{-8} . В то же время, например, смещение Солнца под действием притяжения Земли составляет всего 9 см/с, так что для поиска планет земного типа точность спектральных измерений предстоит повысить ещё минимум на 2 порядка.

1035. Какие объекты лучше видны глазом в телескоп с меньшим увеличением: галактики, звёзды, планеты, Солнце, шаровые скопления, планетарные туманности?

Прежде всего, необходимо напомнить, что наблюдать Солнце непосредственно глазом запрещено, т. к. это вызывает ожог сетчатки. Солнце наблюдают только методом проекции изображения на экран, или с использованием ослабляющих фильтров. Только через тёмный фильтр можно смотреть и на солнечное затмение.

Многие любительские телескопы, используемые для ночных визуальных наблюдений, имеют сменные окуляры, которые определяют то увеличение, с которым можно рассматривать объекты в данный телескоп. Поскольку объектив телескопа остаётся, очевидно, одним и тем же, то количество собираемого им света от небесного светила также остаётся постоянным. Смена окуляра означает изменение его фокусного расстояния, и соответственно, изменяются угловые размеры изображения небесного объекта.

Для звёзд смена окуляра не влечёт принципиальных изменений, поскольку они являются практически точечными объектами. Но у всех протяжённых объектов при изменении увеличения будет изменяться их поверхностная яркость, т. е. количество света, приходящееся на один

и тот же телесный угол. Например, мы рассматриваем диск Юпитера. При смене увеличения в 2 раза, угловой размер, под которым мы его видим, также увеличится в 2 раза, а видимая площадь, т. е. его телесный угол, возрастет в 4 раза. При этом поверхностная яркость, очевидно, в те же 4 раза уменьшится. Для планет это несущественно, поскольку все они достаточно яркие, и для наблюдения за деталями на их дисках увеличение окуляра, как правило, делают максимальным.

Иное дело — другие, более слабые протяжённые объекты, такие как туманности и галактики. Например, самая яркая эмиссионная туманность в Орионе (М 42), прекрасно видимая чуть ниже пояса Ориона, имеет интегральную яркость $+4^m$, однако её размер — $35'$, что несколько больше размера Луны. Яркость отдельных частей у всех туманностей, как правило, спадает от центра к краям. Поэтому глазом мы можем видеть только её центральную, наиболее яркую часть. При наблюдении в телескоп по мере роста увеличения, поверхностная яркость внешних частей также будет уменьшаться, и постепенно они будут становиться незаметными на фоне неба.

Поверхностная яркость протяжённого объекта прямо пропорциональна квадрату диаметра объектива D и обратно пропорциональна квадрату фокусного расстояния F окуляра, или другими словами, его увеличения. Отношение $A = D/F$ называется светосилой оптической системы. Для изучения деталей галактик и туманностей светосила может быть меньше (увеличение больше), но это потребует увеличения времени накопления света и для визуальных наблюдений неприменимо. Для лучшего обнаружения диффузного объекта глазом, например, при ловле комет, используются короткофокусные (светосильные) телескопы.

1036. Чтобы привести в соответствие изображение группы звёзд на фотопластинке с изображением в искателе телескопа, наблюдатель смотрит со стороны стекла. Какого типа или конструкции телескоп у этого наблюдателя?

Напомним, что изображения, создаваемые оптическими системами, бывают прямые, обратные (перевёрнутые) и зеркальные.

Искатель телескопа нужен для того, чтобы найти нужный объект или участок неба визуально, так что видимое в него изображение может быть прямым или обратным, но в любом случае не зеркальным.

Фотопластинка, как известно, имеет подложку (стекло) и фоточувствительный слой (эмульсию), которая при экспонировании располага-

ется со стороны приходящего света. Глядя со стороны стекла, наблюдатель видит на пластинке такое же изображение, как если бы он смотрел непосредственно в телескоп, без фотопластинки. Следовательно, его телескоп также строит на пластинке прямое или обратное изображение неба, но не зеркальное.

Прямые и обратные изображения создают телескопы, состоящие из двух или нескольких линз (рефракторы, от слова «преломлять»). Для получения зеркального изображения у телескопа должно быть зеркало (рефлектор, от слова «отражать»). Однако, если число используемых в оптической системе зеркал будет чётным, изображение вновь вернётся в первоначальное состояние (системы Кассегрена, Максудова и др.).

1042. Предположим, что мы смотрим в телескоп и видим какую-то звезду. А если мы теперь снимем окуляр и вновь посмотрим в телескоп, что мы увидим?

См. ответ на вопрос № 1035 (отчасти), стр. 324.

Глава 29. Астрономические истории и истории с астрономами



1051. Какая географическая тайна Земли была решена почти через 6000 лет после её первого осознания?

Первое, на что следовало бы обратить внимание многим из тех, кто писал ответ на этот вопрос, является тот срок, который задан: 6000 лет — это безумно много! Может быть, даже слишком много и для того варианта ответа, который предполагался в качестве правильного.

Длительность голоцена — современного межледникового периода — оценивается в 11 тыс. лет. В период от 13 до 8 тыс. лет назад в некоторых местах мира произошла т. н. «неолитическая революция», благодаря которой людям удалось одомашнить животных; они научились выращивать урожай, обрабатывать металлы и перешли к оседлому образу жизни. Наиболее благоприятными для первых земледельцев были долины больших рек, в которых сочетались тёплый климат, обилие влаги и плодородные наносные почвы. Именно великие реки, осуществляющие процессы размывания основных пород в верховьях, транспорт минеральных элементов вдоль русла и формирование затем из них обширных орошаемых площадей в долинах, стали зонами аккумуля-

муляции первобытных земледельческих народов. (Забавно, что в современную эпоху аналогичными центрами аккумуляции населения являются мегаполисы.) Соответственно, районы Нила, междуречья Тигра и Евфрата, долины Инда, Ганга, Хуанхэ и Янцзы стали центрами развития человеческой цивилизации на протяжении многих тысячелетий. С тех далёких времён человечество разделилось (условно, конечно) на дикие племена, бродящие по лесам, пустыням и горам, и т. н. культурные народы, периодически (раз в несколько веков или чаще) сменяющие друг друга на одном и том же месте.

С тех далёких времён у нас нет никаких (пока нет) письменных источников или документов, нам не известны (пока не известны) какие-либо царства или иные устойчивые государственные образования. Например, даже пирамида Джосера в Египте, считающаяся самым старым сооружением человеческой цивилизации, имеет меньший возраст — предположительно около 5000 лет; датировки возраста иных значительных сооружений также предположительны или спорны. Интересно отметить, что даже мифические «сотворения мира» произошли в большинстве своём позже рассматриваемого периода времени. Только в византийском летосчислении мир уже был «сотворён» (01 сентября 5508 г. до н. э.), да юлианские даты, предложенные Жозефом Скалигером в 1583 г., начинаются от 01 января 4713 г. до н. э. В других культурах мир «создали» позже: иудейская эра от 07 октября 3761 г. до н. э., индийская эра Калиюга — от 18 февраля 3102 г. до н. э., китайская эра Хуанди — от 2637 г. до н. э.

По-видимому, можно назвать очень немного знаний и вещей, которые 6000 лет назад уже были созданы людьми. В области астрономии это были первые примитивные лунные календари, т. е. системы счёта дней по фазам Луны. Интересно, что наиболее древние рисунки фаз Луны выполнялись охотниками на стенах пещер, камнях или костях ещё в эпоху палеолита 10–15 тыс. лет назад. Кроме этого, 7–8 тыс. лет назад люди выделили на небе первые созвездия на пути Солнца, из которых позднее сложился Зодиак. Задачи земледелия, такие как сроки сева и сбора урожая, периодичность осадков и поливов, — привели к созданию системы годового земледельческого календаря (см. также стр. 181).

Ещё самыми первыми жителями долины Нила был замечен и зафиксирован в системе организации своего труда тот годовой цикл, которому следует эта великая река: в середине июля начинался быстрый подъём уровня воды. Разлив Нила достигал максимума около октября, и только к январю река возвращалась к своей нижней отметке. Во время раз-

лива Нил полностью затоплял³² свою долину и дельту, сносил границы между участками земли и временные постройки, но зато взамен разрушений покрывал всё толстым слоем плодородного ила, на котором затем вырастал замечательный урожай. И эти циклы реки повторялись из года в год, из века в век, в течение всех тысячелетий, пока человек обитает на берегах великого Нила.

Естественно, что такое жизнеутверждающее событие не могло пройти мимо внимания околониальных народов и не найти своего отражения в их сознании. Ещё около 4000 г. до н.э. любопытными и наблюдательными людьми было замечено, что время начала разлива Нила удивительным образом совпадает со временем первого появления на небе звезды Сириус перед восходом Солнца. Такое появление (восход светила в лучах утренней зари непосредственно перед рассветом) называется гелиакическим восходом. Поскольку дату начала разлива всегда целесообразно и желательно было знать по возможности заранее, то естественно, что лица заинтересованные заблаговременно начинали посматривать на небо и спрашивать о том у людей сведущих в счёте дней и рисунках звезд; а люди сведущие, в свою очередь, достаточно просто постарались преобразовать свои знания в свою власть. Примерно в это же время (6000 лет назад) создаётся и первый собственно годовой календарь из 360 дней — первый солнечный, а не лунный календарь, хотя и неточный.

Поскольку звезда Сириус по счастливому стечению обстоятельств является к тому же и самой яркой звездой всего нашего небосвода, то естественно, что именно её и называли самой главной богиней Сотис (Исида). Условная связь между звездой и рекой (или, если угодно, между небом и землёй) оформилась в виде общеизвестной классической фразы: «Сотис великая блистает на небе, и Хапи (Нил) выходит из берегов своих». Эта истина и существует уже 6000 лет.

Однако же, это не более, чем констатация простого временного совпадения. Собственно же причина регулярных разливов Нила и местонахождение его истока оставались неизвестными. Все другие реки, в том числе крупные, тоже испытывают сезонные изменения своего уровня от половодья до межени, но у всех других рек эта взаимосвязь уровня воды и сезона очевидна: либо таяние снегов, либо сезон дождей. Нил же составляет удивительное исключение из общего

³²Сейчас водосток Нила регулируется Асуанской плотиной, 11-летнее строительство которой было официально закончено 15 января 1971 года. Строительство старой Асуанской плотины было закончено в 1902 году, тогда это была самая большая плотина в мире.

правила. Дело в том, что он является единственной столь протяжённой рекой, текущей в меридиональном направлении. К тому времени, когда нильский паводок достигал густонаселённой дельты (в июле месяце!) там стояла самая сильная жара, и никаких дождей давным-давно уже не было.

Для примитивного мышления древних народов достаточным объяснением этой загадки было религиозное объяснение: так угодно богам! Бога Нила древние египтяне изображали сидящим в глубине горной пещеры в окружении священных змей и с кувшинами воды в руках: когда бог Хапи находил это нужным, он наклонял кувшины и выливал из них очередную порцию воды. Напомним, что для египтян основным направлением в их мире было направление на юг, где выше всего поднимаются боги на звёздном небе, где далеко-далеко находятся высокие горы, откуда и течёт Великий Нил.

Попытки отыскания истоков Нила в древние времена привели только к открытию обширной Нубийской пустыни на юге, а также к обнаружению того места, где Нил образуется из двух потоков — Голубого и Белого Нила. Их же истоки вновь терялись далеко на юге, уже в тропической зоне, и по-прежнему оставались неизвестными. И хотя в 600 г. до н.э. мореплаватели фараона Нехо совершили один из величайших (но забытых) подвигов — обошли морем вокруг всего африканского континента за 3 года, его центральные части оставались недоступными и непознанными. Описание загадки Нила, как и многие другие сведения о жизни древнего Египта, дошли до нас в трудах греческого историка Геродота (около 484 – около 425 гг. до н.э.).

В эпоху Великих географических открытий европейская цивилизация не только повторила (Васко да Гама, 1499 г.), но и превзошла достижения древних, однако европейские колонизаторы оставались в основном на побережье. Исследования же внутренних частей Африки по существу начались только в 19 веке. На этом поприще наиболее знаменит английский учёный-путешественник Давид Ливингстон, открывший в глубине Африки водопад и огромное озеро, названные в честь королевы Виктории. В этот же период стала понятна и сезонная зависимость нильского паводка, которая отражает периодичность муссонных дождей в экваториальной зоне Африки, столь далёкой и столь непохожей на северное побережье Египта. Открытие же собственно истока Нила совершила экспедиция под руководством Стенли Генри Мертон (Джон Роулендс) в 1874–1889 гг. Истоком Нила является река Кагера, вытекающая из озера Виктория. Таким образом, от первого осознания до полного раскрытия загадки Нила прошло почти 6000 лет.

Участниками турнира предлагались и многие другие тайны нашей планеты: ось вращения Земли; полюса Земли; дно океана; Антарктида; природа вулканов; происхождение жизни и человека; форма и вращение Земли; внутреннее строение Земли; природа земного притяжения; природа затмений; землетрясения; магнитные полюса; движение континентов и многое другое. К сожалению, сейчас нет времени останавливаться на подробном рассказе об этих очень интересных проблемах, многие из которых также имеют многотысячелетнюю историю, однако все они всё же моложе, чем загадка Нила.

1053. Имена каких людей можно встретить на астрономическом небе?

Тщеславие — один из самых мощных стимулов для человека, возможно, наравне с голодом (см. также вопрос №357, стр. 127). С другой стороны, трудно придумать что-либо, более постоянное и вечное, чем звёздное небо. Поэтому рассказ о человеческих именах на астрономическом небе мы начнём с нездорового тщеславия, им же и закончим.

Календарь. Если оставить за скобками потуги всяких царей и фараонов отождествлять самих себя с богами и небесными светилами, то ближе к нашей исторической эре мы можем встретить имена Юлия Цезаря и его племянника Августа, преобразованные в названия соответствующих месяцев года (июль и август). Названия юлианского и григорианского календарей носят, как известно, имена соответствующих правителей также не вполне справедливо. Хотя, конечно, именно Юлий Цезарь (46 г. до н. э.) и папа Григорий 13 (1582 г.) отдали соответствующие распоряжения в рамках предоставленным им полномочий (просто дальше терпеть уже было нельзя несоответствие формального календаря и фактического времени года), однако истинными авторами являлись для «юлианского» календаря астроном **Созиген** из Александрии, а «григорианского» — математик Луиджи Лилио **Гаралли** из г. Перуджи и астроном Петрус **Пилат** из г. Вероны. К слову сказать, в астрономических событиях и явлениях не используются «земные» календарные системы, все моменты времени «на небе» определяются в т. н. «юлианских датах» JD (и тут Цезарь пролез!). Момент 0,0 JD соответствует моменту полудня по юлианскому календарю 01 января 4713 г. до н. э. (начало «нашей эры» 01 января 01 г. соответствует 1721424,0 JD, а день проведения 24 Турнира Ломоносова 30.09.2001 г. — 2452183,0 JD). Эту систему, независимую ни от каких земных владык, предложил в 1583 г. Жозеф **Скалигер** (1540–1609).

С системами счёта времени и небесных явлений также связаны имена **Метона** (в 433 г. до н. э. составил афинский календарь на основе «метонова цикла» в 19 тропических солнечных лет, или 235 лунных месяцев, или 6940 суток), Омара **Хайяма** (1040–1123; календарь «эра Джелали» от 16.03.1079 г., дающий ошибку в 1 сутки за 5000 лет, что намного точнее григорианского календаря), Якова Виллимовича **Брюса** (1670–1735; начал издавать с 02.05.1709 г. первый в России печатный «Брюсов календарь»).

Планеты и спутники. Многие участники Турнира утруждали себя перечислением (иногда даже правильным) планет Солнечной системы и их спутников. Однако все планеты и большинство спутников названы именами богов, богинь и божков, а не людей (это — разница!), хотя и тут имеются определённые исключения из правил. Прежде всего, 4 больших спутника Юпитера, открытые в 1610 г., до сих пор носят общее название **Галилеевы** (и справедливо!). Имена Ио, Европа, Ганимед и Каллисто предложил в 1614 г. С. Мариус, и весьма удачно, что эти первые на небе имена людей (хотя и мифологических героев и нимф, но уже не богов) тесно связаны с Зевсом (Юпитером). По тому же принципу подбирались и имена для всех последующих малых спутников Юпитера, начиная с Амальтеи, открытой в 1892 г. Эдуардом Барнардом, — это женские имена возлюбленных Зевса, благо его таланты в этой области предоставляют весьма богатый выбор имён не на один десяток объектов (сама Амальтея — то ли дочка критского царя, то ли просто коза). Интересно, что официально наименования малых спутников Юпитера были утверждены Международным астрономическим союзом только в 1976 г. Аналогично осуществляются процедуры наименования вообще всех небесных тел или деталей их поверхности: первооткрыватель предлагает название, комиссия МАС по наименованиям рассматривает его и одобряет (или не одобряет), затем съезд МАС утверждает новое наименование.

Когда Вильям Гершель предложил назвать открытую им 13.03.1781 новую планету именем тогдашнего английского короля Георга 3, исходя из правильного понимания существа взаимоотношений учёных и местных властей, принципы наименования небесных тел подверглись серьёзному испытанию. Чтобы устранить «английскую» опасность, француз Жозеф Лаланд тогда же предложил назвать её «планетой Гершеля», однако, восторжествовала традиция использования имён богов, и по предложению Иоганна Боде за 7-й планетой Солнечной системы закрепилось название Уран. Похожая история приключилась через 65 лет в 1846 г., когда первооткрыватель Иоганн Галле, пользовавшийся расчё-

тами Урбена Леверье для орбиты новой, следующей планеты № 8, предложил название «Янус», сам Леверье сначала предложил «Нептун», а позднее — собственное имя «планета Леверье». Эту же идею своего соотечественника горячо поддержал Доминик Араго. Имелось и предложение «планета Океан», однако утвердилось всё же имя Нептун в рамках той же «божеской» традиции.

Заканчивая с семейством юпитерианских спутников, можно сказать, что наименования большинства деталей их поверхности, столь хорошо снятой с космических аппаратов, взяты также из текстов греческих мифов об Ио, Европе, Ганимеде, Каллисто и Амальтее, а также из мифов народов Ближнего Востока и Севера. Области на Ганимеде названы именами астрономов-открывателей спутников Юпитера: **Барнард**, **Галилей**, **Мариус**, **Николсон**, **Перрайн**.

Созвездия. Первые созвездия люди начали выделять, возможно, ещё 7–8 тыс. лет назад (см. вопрос № 569, стр. 179). По-видимому, с тех времён на небе присутствуют такие человеческие образы, как **Близнецы** и **Дева**. Яркое созвездие, известное нам как охотник **Орион**, сын Посейдона, в Древнем Египте отождествлялось с богом Осирисом. Первое систематическое описание созвездий Зодиака и северного неба около 370 г. до н. э. привёл Евдокс Книдский (408–335 до н. э.). Среди прочих здесь можно найти следующие имена людей (хотя и мифических): «семейка» из **Цефея**, **Кассиопеи**, **Андромеды** и **Персея**, а также **Возничий** (извозчик Келлас), **Геркулес** (Геракл), **Змееносец** (Асклепий, по другой версии — Лаокоон). Эратосфен в честь жены египетского царя Птолемея 3 Эвергета (246–221 гг. до н. э.) создаёт созвездие Волосы **Вероники** (возможно, появление легенды о Веронике и этого созвездия связано с приходом кометы Галлея в 240 г. до н. э.).

Следующий новаторский «заход на небо» состоялся только в 1603 г., когда Иоганн Байер издал «Уранометрию», в которой он ввёл созвездия и их названия для южного неба, невидимого в Европе ($\delta < -45^\circ$). Среди прочих, как дань эпохе Великих географических открытий, на небе появился **Индеец** (!), образ совсем не мифический, а собирательный. Вскоре, в 1627 г. усилиями Юлиуса Шиллера был издан атлас под названием «Христианское звёздное небо». Это и до сегодняшнего дня, пожалуй, наиболее радикальная попытка перекройки всего звёздного неба. Все языческие боги и имена героев из созвездий и планет были изгнаны и заменены на «достойных» персонажей из Священного писания. Кассиопея, например, превратилась в папский трон, Лебедь — понятно, в католический крест, а 12 зодиакальным созвездиям были присвоены имена 12 христианских апостолов. (Колышев Дмитрий:

«были попытки переименования звёздного неба и даже перераспределения звёзд по созвездиям; «созвездие короля Ричарда», были попытки переименования Солнца в «Иисуса»).

Помимо «конфессиональных новшеств» на небе случались и «монархические». В 1679 г. Эдмунд Галлей на небе «на территории» Корабля Арго сформировал новое созвездие и назвал его «Дуб Карла» в честь английского короля Карла 2, который «основал» Королевскую Гринвичскую обсерваторию в 1675 г.; а истинным инициатором её создания и первым королевским астрономом, т. е. директором, был Джон Флемстид (1646–1719). Вскоре, в 1687 г. вышел звёздный каталог Яна Гевелия, который на хорошо изученном небе умудрился составить и оставить на будущее целых 8 (!) новых созвездий. Среди прочих он выделил созвездие «Щит Собесского» в честь уже своего, польского короля Яна 3 Собесского, разбившего турок под Веной, однако до настоящего времени оно дошло под названием просто «Щит». Наконец, последнее по времени «формирование» созвездий совершил в 1752 г. Никола Луи Лакайль, который провёл фундаментальные наблюдения звёзд Южного неба и дал новым созвездиям наименования, исходя из предпочтения не конкретных людей, а инструментов творческих профессий: Мастерская Скульптора (ныне — **Скульптор**), Мольберт Живописца (**Живописец**), Инструмент Гравера (Резец), Пневматическая машина (ныне — Насос, в честь Роберта Бойля), Стенные Часы (Часы, в честь Христиана Гюйгенса), Микроскоп (в честь Йенсена и Левенгука), Химическая Печь (Печь, в честь Антуана Лавуазье) и др. Созвездия Ромбикальная Сеть (перекрестие тонких нитей в окуляре телескопа, ныне — Сетка), Столовая Гора (место обсерватории под Кейптауном) и Телескоп названы Лакайлем в честь самой науки Астрономии и её инструментов. Он также разделил «Корабль Арго» на 4 новых созвездия: Киль, Корма, Паруса и Компас Мореплавателя, и заодно «выкорчевал» Дуб Карла, ставший неуместным.

Но зато здесь уместно напомнить, что наша современная цивилизация является духовной наследницей культур Средиземноморья, прежде всего Египта, Эллады и Рима, поэтому звёздное небо, как наиболее древний памятник культуры, несёт на себе следы духовной жизни этих народов. В иных цивилизациях, развившихся независимо, например, в Китае или в Центральной Америке, звёздное небо (построение созвездий, имена звёзд и планет) принципиально иные, и не менее интересные. Также на звёздное небо не попадают какие-либо наименования, связанные с теми или иными актуально действующими мировыми религиями, ибо все они имеют ограниченное действие и среди народов, и во времени,

а созвездия переименовывать ещё более глупо, чем улицы. Параллельные интерпретации имели место по отношению к созвездиям Корабль и Голубь (по мотивам «всемирного потопа»). Не удерживаются на небе и всякого рода политические «упражнения». Пожалуй, последним по времени «монархическим» наскоком стала попытка переименовать созвездие Ориона в . . . Наполеона! (может, по созвучию?).

Границы созвездий, представлявшие у древних и средневековых астрономов извилистые линии, в 1922 г. были упорядочены раз и навсегда. Решением 1 Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза (Рим) на небе установлены 88 созвездий — участков небесной сферы (а не групп звёзд), границами между которыми служат прямые отрезки координатных линий прямого восхождения и склонения (окончательная «демаркация» утверждена в 1935 г.).

Звёзды. На всём звёздном небе в настоящее время только 275 звёзд имеют исторически сложившиеся собственные имена (из $200 \cdot 10^9$ звёзд в Галактике), и имён людей среди них совсем немного. Несомненно, яркие звёзды северного неба, например, 7 звёзд Большой Медведицы, у всех народов имели свои собственные, оригинальные имена, ведь Ковш всегда служил и ориентиром, и стрелкой звёздных часов. Однако современные наименования этим (и многим другим) звёздам дали арабские астрономы, перенявшие астрономические знания у древних греков: α Дубхе («медведь»), β Мерак («поясница»), γ Фекда («бедро»), δ Мегрец («корень» хвоста), ε Алиот (?), ζ Мицар («конь»), μ Бенетнаш («хозяин»). Долгое время в период античной цивилизации роль Полярной звезды (хотя и отстоящей на 7° от полюса) играла β Малой Медведицы, которая так и называется: Кохаб (т. е. по-арабски «северная звезда»).

Наиболее древние имена звёздам давали шумеры и египтяне, затем греки и римляне: Сириус (по-гречески «сияющая», у египтян — Исида, у римлян — «собачка» или «каникула»), Капелла («козочка»), Прокцион («перед псом», т. е. перед Сириусом), Антарес («соперник Ареса-Марса»), **Арктур** («медвежий страж»), Мира («удивительная» — долгопериодическая переменная), **Кастор** и **Поллукс** (Полидевк) — имена двух братьев-воинов; Канопус (место обсерватории Птолемея под Александрией), Спика («колос»), Беллатрикс («воинственная»), Гемма («драгоценный камень»), и другие.

Кроме звёзд, человеческие имена греческого происхождения имеют и звёздные скопления Плеяды (7 дочерей Атланта и Плейоны — **Электра**, **Майя**, **Тайгета**, **Алкиона**, **Меропа**, **Келено**, **Стеропа**) и **Гиады** (7 дочерей Океана).

Арабы, сохранив в основном греческий рисунок созвездий, всем звёздам дали свои имена, которые в большинстве сохранились до нашего времени. Алголь («звезда дьявола» — затменная переменная), Альдебаран («идущий следом» за Плеядами), Бетельгейзе («плечо гиганта»), Ригель («нога»), Вега («падающая» от арабского названия созвездия — «Падающий орёл»), Мицар («конь») и Алькор («наездник»), Денеб («хвост курицы»), Альтаир («летающий ястреб»), Регул («звезда царей»), Денебола («хвост льва»), Рас Альгети («голова коленопреклоненного»), Гамаль («подросший ягнёнок»), Ахернар («конец реки»), Фомальгаут («рот рыбы»).

Поскольку мусульманские традиции не приветствуют изображения людей, то это стало причиной отсутствия людей среди имён звёзд: нам попадаете только Алькор, да и то не как имя, а род занятий (наездник). Последнее по времени наименование звезды произошло в эпоху Возрождения — появилась современная Полярная звезда (у арабов она называлась «козлёнок»).

Среди звёзд, как и среди планет и созвездий, также имелись «монархические» кандидаты. В 1725 г. Эдмунд Галлей, не успокоившись «посадками» на небе дубов, назвал звезду α Гончих Псов, расположенную на ошейнике собаки Хара, — Cor Caroli («Сердце Карла»), в память Карла 1, казнённого во время Английской революции в 1649 г.

Все перечисленные названия звёзд в настоящее время имеют чисто исторический смысл, поскольку в современной астрономии звёзды различаются не по именам, а по буквенным и цифровым обозначениям. Ещё И. Байер («Уранометрия», 1603 г.) ввёл обозначения звёзд в созвездии по буквам греческого алфавита в порядке убывания видимой яркости (единственное исключение — звёзды Ковша, обозначенные в порядке следования). Более слабые звёзды обозначаются порядковым номером в соответствии с тем или иным звёздным каталогом, или просто своими координатами.

Среди звёзд имеются и такие экземпляры, которые заслужили собственные имена, но отнюдь не за свою яркость, а по иным, не менее существенным причинам. Например, звёздочка 11 величины недалеко от α Сеп носит имя Проксима, поскольку она является ближайшей известной к Солнцу звездой (1,3 парсек). Звезда 9,5 величины BD +4° 3 561 в созвездии Змееносца обладает самым большим собственным движением по небу (10,31 угловой секунды в год) и носит имя выдающегося астронома Эдуарда **Барнарда**. Звезда 8,8 величины BD −45° 1 841 удаляется от нас со скоростью 245 км/с (больше, чем скорость вращения Галактики); за это ей присвоено имя Якобуса

Каптейна, который исследовал собственные движения звёзд и звёздные потоки в нашей Галактике.

Галактики. Надо же было так случиться, что две самые близкие и яркие галактики — спутники нашей собственной, — столь долгое время были человечеству неизвестны из-за своего южного положения на небе. Но зато и присвоение им имени произошло сразу и вполне справедливо: в 1520 г. во время кругосветного плавания Магеллан открыл Большое и Малое **Магеллановы облака**.

Кометы. В отношении комет действует наиболее простое правило их наименования. Как правило, каждая новая комета называется именем того наблюдателя, который первым её открывает и наблюдает (соответственно, это самый простой и действенный способ «поместить» своё имя на небо). «Ловля» комет — занятие не только увлекательное, но и очень полезное (для науки), поскольку неоткрытых комет ещё неограниченно много (человечество с древнейших времён до сего дня знает около 2000 комет, а общее население облака Оорта составляет $100 \cdot 10^9$ комет). Время от времени они будут неожиданно появляться всегда, а систематическими поисками новых комет занимаются, как правило, не профессиональные астрономы, а наблюдатели-любители, которые располагают хотя и скромными инструментами, но зато достаточным запасом времени. Среди наиболее известных «ловцов комет» можно назвать Шарля **Мессье**, Каролину **Гершель**, Жана **Понса** (он открыл 33 кометы!), Вильгельма **Биэлы**, Антонина **Мркоса**, Джованни **Донати**. Если комета непериодическая (т.е. если она после первого прилёта к нам «делает хвостиком» и больше не возвращается), то к имени наблюдателя добавляют и год прохождения данной кометы через перигелий. Самой крупной была Большая комета 1811 г., обнаруженная 26.03.1811 г. Оноре Флержером, и описанная Львом Толстым в романе «Война и мир» (том 2, часть пятая, глава 22, последняя в этом томе): её голова была по размеру втрое больше орбиты Луны или по объёму в 7 раз больше Солнца! Одной из наиболее ярких и красивых была комета Донати 1858 г. (открыта 02.06.1858 г.), видная невооружённым глазом более 4 месяцев. Большая сентябрьская комета 1882 г. (открыта 01.09.1882) была столь яркой, что наблюдалась днём даже вблизи Солнца, и впервые прошла по его диску. Среди ярких комет последнего времени можно указать кометы **Хиякутаки** 1996 г. и **Хейла-Боппа** 1997 г. (ярчайшая в 20 веке).

В некоторых случаях кометы имеют двойное имя. Например, Эрнст Циннер 23.10.1913 г. переоткрыл комету, которая оказалась тождественной комете М. Джакобини 1900 г.; эта комета сейчас носит название

Джакобини-Циннера. Вильгельм Биэла открыл 27.02.1826 г. новую комету и установил её тождество с ранее наблюдавшимися кометами 1772, 1779, 1806 гг. На примере кометы **Биэлы** в последующие её приходы наблюдался процесс распада ядра и образование сопутствующего метеорного потока. Иоганн Энке в 1819 г. установил тождество комет Мешена 1786 г., Гершель 1785 г. и Понса 1818 г., и определил её орбиту. Комета **Энке** является самой короткопериодической кометой нашей системы (период 3,3 года), и за счёт близости к Солнцу её ядро очень интенсивно тает (см. вопрос № 762, стр. 211). Комета **Шумейкера–Леви–9**, приблизившись к Юпитеру, оказалась разорванной приливными силами почти на 20 отдельных обломков, которые в июле 1994 г. врезались в облачный слой Юпитера. Ну и конечно же, самая знаменитая комета — **Галлея**, приход которой к Солнцу наблюдался уже 30 раз (см. вопрос № 762, стр. 211).

Кратеры Луны. За счёт близости к Земле поверхность Луны (которая раньше считалась одной из 7 планет) изучена наиболее подробно, и содержит наиболее «богатые» россыпи имён. Луна была первым небесным объектом, на который Галилео Галилей ещё в конце 1609 г. направил свою «перспективу» (слово «телескоп» появилось позже) и обнаружил, что «поверхность Луны не гладкая, и не ровная, ... а, напротив того, шероховатая, испещрённая углублениями и возвышенностями, наподобие поверхности Земли». В 1647 г. Ян Гевелий издал в Гданьске «Селенографию, или описание Луны», в которой приведены первые лунные карты, а большинству основных образований на поверхности («моря», хребты и т. п.) даны названия, сохранившиеся до сих пор. Вскоре, в 1651 г. Джованни Батиста Риччоли издал книгу «Новый Альмагест», в которой впервые лунным кратерам были присвоены имена великих философов и астрономов древности (**Аристарх, Аристилл, Аристотель, Архимед, Гиппарх, Платон, Птолемей, Эратосфен**) и Нового Времени (**Арзахель, Галилей, Кеплер, Коперник, Тихо**). На Луне появились кратеры, носящие как имена известных правителей (Альфонс, Юлий Цезарь, Менелай), так и других людей (Автолик, Гиппал, Гримальди, Кирилл, Клавий, Риччоли, Пикколомини, Прокл, Феофил и др.). За последующие годы на поверхности Луны добавились имена **Вейсс, Дарвин, Деландр, Лагранж, Лонгомонтан, Мессье, Пиаци, Лаплас** (полуостров), **Струве, Флемстид**, и др. В 1878 г. вышел труд директора Афинской обсерватории Юлиуса Шмидта «Карта лунных гор», в которой на наиболее подробных картах поверхности было обозначено уже 32856 лунных кратеров.

Как известно, наблюдению с Земли доступно всего 59% поверхности

Луны³³. Только 7 октября 1959 г. советская станция «Луна-3» облетела Луну, сфотографировав поверхность её обратной стороны, что позволило создать полный атлас Лунной поверхности (опубликован в 1960 г.). По традиции, морям и хребтам давали имена собственные из географического или политического запаса, а кратерам — имена известных учёных.

По праву первооткрывателей многие объекты на обратной стороне Луны носят имена наших соотечественников: **Белопольский**, **Блажко**, **Бредихин**, **Вернадский**, **Гагарин**, **Глазенап**, **Ковалевская**, **Королёв**, **Курчатов**, **Лебедев**, **Лобачевский**, **Ломоносов**, **Менделеев**, **Нумеров**, **Павлов**, **Паренаго**, **Попов**, **Фесенков**, **Цераский**, **Циолковский**, **Чебышев**, **Штернберг** и др.

Были восполнены и списки учёных других стран: **Герц**, **Джордано Бруно**, **Жолио-Кюри**, **Жюль Верн**, **Максвелл**, **Непер**, **Пастер**, **Складовская-Кюри**, **Цзу Чунь-чжи**, **Эдисон** и др.

В целом лунные кратеры весьма хорошо соответствуют эмпирическому правилу: число кратеров N_d с диаметром, больше чем d (в метрах), примерно равно $N_d \approx 5 \cdot 10^{10} d^{-2,0}$ на 10^6 км² лунной поверхности. Это правило действует от больших морей 1000 км диаметром до маленьких ямок в 1 см. Соответственно, на видимой стороне Луны около $2 \cdot 10^6$ кратеров диаметром более 1 км, и около $2 \cdot 10^{12}$ — диаметром более 1 м (есть ещё запас для названий!).

Каталоги. Самым древним в Европе является звёздный каталог, составленный около 280 г. до н. э. Аристиллом и Тимохарисом в Александрии. В 127 г. до н. э. Гиппарх создал свой звёздный каталог, который содержит положения 1022 наиболее ярких звёзд в 48 созвездиях (древнейший из сохранившихся до наших дней). Известными составителями звёздных каталогов были ас-Суфи (960), Улугбек (1425), Гевелий (1687), для южного неба — Галлей (1678) и Лакайль (1763). К сожалению, в дальнейшем каталоги положения звёзд (т. н. фундаментальные) составлялись коллективами астрономов и носят имена, как правило, тех или иных обсерваторий. Соответственно, звёзды, вошедшие в них, обозначаются по номерам этих каталогов. Пожалуй, единственным широко известным исключением является каталог Шарля **Мессье** (1781). Он занимался с 1756 г. «ловлей комет», и, чтобы не путать новые кометы с часто встречающимися постоянными туманными обра-

³³За счёт лунной либрации, то есть «качаний» Луны относительно Земли, это величина оказывается не 50%, как многие думают, а больше; разумеется, все 59% лунной поверхности можно рассмотреть только за продолжительное время наблюдений, а одновременно, конечно, видна только половина поверхности.

зованиями на небе, Мессье составил специальный каталог из 103 объектов. Впоследствии выяснилось, что в него попали наиболее яркие туманности нашей Галактики, звёздные скопления, и соседние галактики. Так, номер М1 носит знаменитая Крабовидная туманность, М31 — Туманность Андромеды.

Менее известны, но чаще употребляются специалистами каталоги звёзд, имеющих какие-либо особенности, например, каталоги **Вольфа**, Генри **Дрепера** (HD), **Росса**, **Крюгера**. Часто встречаются звёзды, обозначаемые «**Глизе**» — по имени составителя каталога ближайших звёзд.

Сверхновые. Обычно сверхновые звёзды обозначаются просто годом их вспышки, но два экземпляра удостоились высокой чести носить великие имена. Сверхновая **Тихо Браге** вспыхнула 11.11.1572 в созвездии Кассиопеи и достигала блеска Вены (в 1952 г. на её месте был обнаружен радиоисточник). В созвездии Змееносца 10.10.1604 вспыхнула сверхновая **Кеплера**, которую одновременно с ним также наблюдали Галилей и Д. Фабрициус. Вспышки сверхновых — явление достаточно редкое (6 событий в Галактике за последние 1000 лет), поэтому только для этих 2 галактических сверхновых имеются достаточно полные наблюдательные данные об изменении блеска. Достаточно часто наблюдаются сверхновые в других галактиках, но они, разумеется, столь слабы, что могут наблюдаться только инструментальными методами, и имён не получают.

Феномены. Рассмотрев выше употребление человеческих имён в различных типах астрономических объектов, отметим, что ещё большее распространение (и большие заслуги!) имеют имена выдающихся учёных, увековеченные в астрономических и астрофизических законах, явлениях, особенностях и правилах, носящих имена своих первооткрывателей и исследователей.

Имя	Феномен	Особенности
Альвена (1908–1995)	Волны	Поперечные магнитогидродинамические волны, распространяющиеся вдоль линий магнитного поля в магнитосферах, Солнце, радиоисточниках
Ангстрем (1814–1874)	10^{-8} см = = 0,1 нм	Внесистемная единица длины
Бальмера (1825–1898)	Серия	Линии атома водорода в видимой части спектра

Бальмера (1825–1898)	Скачок	Резкое изменение интенсивности в спектрах звёзд около границы серии Бальмера
Бавилова (1891–1951) –Черенкова (1904–1990)	Излучение	Электромагнитные волны, излучаемые электрическими зарядами, движущимися в среде быстрее фазовой скорости света (в космической плазме)
Видман-штеттена (1753–1849)	Фигуры	Характерные продольные и поперечные полосы на отполированной и протравленной поверхности железного метеорита
Вина (1864–1928)	Смещение	Максимум излучения абсолютно чёрного тела при увеличении температуры смещается к коротким волнам
Вольфа (1816–1893)	Числа	Относительные числа, пропорциональные площади, занимаемой солнечными пятнами
Вольфа (1827–1905) –Райе (1839–1906)	Звёзды	Тип горячих звёзд с яркими и широкими спектральными эмиссионными линиями водорода, гелия и др.
Воронцова–Вельяминова (1904–1999)	Галактики	Близкие взаимодействующие и пекулярные галактики, форма которых сильно искажена взаимным гравитационным влиянием
Гаусс (1777–1855)	$1 \text{ Гс} = 1 \text{ Э} = 79,58 \text{ А} \cdot \text{в/м}$	Внесистемная единица напряжённости магнитного поля
Герц (1857–1894)	$1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$	Внесистемная единица частоты
Гиппарха (180–125 до н. э.)	Звёздные величины	Логарифмическая шкала освещённостей от небесных объектов (у Гиппарха: от 1-й величины — самые яркие, до 6-й — самые слабые звёзды)
Гулда (1824–1896)	Пояс	Ответвление от нижнего края ближайшего к Солнцу рукава Галактики в созвездии Ориона
Дайсона (1923–)	Сфера	Гипотетические объекты астроинженерной деятельности высокоразвитых цивилизаций
Джинса (1877–1946)	Неустойчивость, Длина, Масса	Гравитационная неустойчивость межзвёздной среды, характерные масштабы и массы, на которые распадается межзвёздный газ (плазма) в зависимости от его параметров

Доплера (1803–1853)	Уширение	Увеличение ширины спектральных линий за счёт собственных движений излучающего вещества
Доплера-Физо (1819–1896)	Эффект	Изменение длины волны светового излучения при движении излучающего объекта вдоль луча зрения (измерение лучевых скоростей)
Зеемана (1865–1943)	Эффект	Расщепление спектральных линий под действием магнитного поля
Зельдовича (1914–1987)	«Блины»	Модель структурных неоднородностей в ранней Вселенной
Каптейна (1851–1922)	Звёздные потоки	Не беспорядочные, а доминирующие встречные собственные движения звёзд в Галактике (т. н. «галоша» Каптейна)
Кельвина (Томсон, 1824–1907)	1 К — градус температуры	Базовая единица температуры, $1\text{ К}=1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды
Кеплера (1571–1630)	Орбиты	Эллиптические орбиты планет, в одном из фокусов которых находится Солнце
Кирквуда (1814–1895)	«Люки»	Отсутствие астероидов в распределении по орбитам в местах гравитационных резонансов с Юпитером
Койпера (1905–1973)	Пояс	Зона за орбитой Нептуна (40–200 а. е.), содержащая до 10^{10} астероидов и ядер комет (известно более 200), источник короткопериодических комет
Комптона (1892–1962)	Рассеяние	Рассеяние фотонов света на свободных электронах
Лагранжа (1736–1813)	Точки	Выделенные точки на поверхностях равного гравитационного потенциала в системе двух тел
Лаймана (1874–1954)	Серия	Спектральные линии атома водорода в ультрафиолетовой области
Маркаряна (1913–1985)	Галактики	Галактики с яркими эмиссионными линиями в спектре и избытком УФ излучения, объекты активного звездообразования
Ольберса (1758–1840)	Парадокс	Фотометрический парадокс, состоящий в том, что в бесконечной Вселенной с равномерно распределёнными звёздами яркость неба должна превышать яркость Солнца; ввёл межзвёздное поглощение света

Оорта (1900–1992)	Облако	Содержит до 10^{11} кометных ядер на расстояниях до 10^5 а. е. от Солнца, источник долгопериодических комет
Пашена (1865–1947)	Серия	Линии излучения атома водорода в инфракрасной области
Пикеринга (1846–1919)	Шкала	Классификация звёздных спектров на основе относительных интенсивностей линий (OBAFGKM)
Планка (1858–1947)	Закон	Распределение интенсивности излучения абсолютно чёрного тела по спектру
Рентгена (1845–1923)	Излучение	Электромагнитное излучение в диапазоне 0,1–100 Ангстрем
Роша (1820–1883)	Полость, предел	Область вокруг одного из тел двойной системы, содержащая 1-ю точку Лагранжа; при переходе вещества звезды за полость Р., оно может перетекать на другой компонент; минимальный радиус орбиты спутника, при котором он не разрушается приливным гравитационным воздействием
Рэля (1842–1919) –Тейлора (1886–1975)	Неустойчивость	Рост малых отклонений параметров среды от равновесных значений при ускорении или гравитации
Сейферта (1911–1960)	Галактики	Тип активных галактик с яркими звёздоподобными ядрами и широкими эмиссионными линиями в спектре
Скиапарелли (1835–1910)	«Каналы»	Гипотетические образования на поверхности Марса линейной структуры с сезонными изменениями
Стремгрена	Зоны	Разделение межзвёздной среды на области нейтрального газа и ионизованного водорода (H II), или зоны Стремгрена
Тициуса (1729–1796) –Боден (1747–1826)	Правило	Эмпирическое правило зависимости размера орбиты от номера планеты в Солнечной системе
Урка	Процесс	Рождение пар нейтрино-антинейтрино при взаимодействии релятивистских электронов с ядрами и вынос ими энергии из недр звезды, термин введён Георгием Гамовым (1904–1968) («урка» — вор)

Фарадея (1791–1867)	Эффект	Вращение плоскости поляризации света в магнитном поле
Фраунгофера (1787–1826)	Линии	Тёмные линии поглощения в спектре Солнца
Хаббла (1889–1953)	Смещение	Переход спектральных линий в спектрах галактик в более красную область спектра из-за расширения Вселенной и Доплер-эффекта
Хербига-Аро	Объекты	Звёздopodobные газовые сгущения, ускоряемые звёздным ветром и дающие эмиссионный спектр
Чандрасекара (1910–1995)	Предел массы	Верхний предел массы для устойчивого белого карлика; $1,36 M_{\odot}$ массы Солнца
Шварц-шильда (1873–1916)	Сфера	Область внутри гравитационного радиуса тела; граница чёрной дыры
Штарка (1874–1957)	Эффект	Расщепление спектральных линий в электрическом поле
Эддингтона (1882–1944)	Светимость	Предельное излучение звезды (масса M) за счёт внутренних источников энергии $L_{\text{Э}} = 10^{38} M/M_{\odot}$ (эрг/с)
Эйнштейна (1879–1955)	Кольцо	Преобразование изображения далёких квазаров в вытянутые структуры за счёт эффекта гравитационных линз
Янский (1905–1950)	$1 \text{ Ян} = 10^{-26} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{Гц}}$	Внесистемная единица спектральной плотности потока излучения в радиоастрономии

Инструменты. Следующим случаем, когда при астрономических наблюдениях упоминаются те или иные заслуженные имена, является использование тех или иных оптических и механических схем телескопов или приспособлений к ним. Телескопы, их фокусы, окуляры и монтировки носят имена: **Ньютона, Гюйгенса, Барроу, Грегори, Кассегрена, Ричи-Кретьена, Несмита, Шмидта, Максудова, Иоаннисиани.**

В космической отрасли доброй традицией стало присвоение научно-исследовательским космическим аппаратам имён выдающихся астрономов прошлого. В настоящее время осуществлены или продолжают свою работу космические аппараты: **Гиппарх, Хаббл, Галилео, Кассини, Шумейкер,** и др.

Астероиды. Однако, помимо всех вышеперечисленных типов объектов и явлений на астрономическом небе, которые носят имена тех или иных людей, наиболее известным публике и популярным является присвоение собственных имён малым планетам Солнечной системы, т.е. астероидам. Ежегодник Российской академии наук «Эфемериды малых планет» на 2002 г. даёт сведения о 20 957 нумерованных малых планетах (всего их известно около 30 000). Имена собственные из них имеют примерно половина.

Если раньше открытые новой малой планеты было делом случая или плодом долговременных усилий любителей астрономии, то в настоящее время ведётся несколько международных программ по сканированию неба на крупнейших телескопах в автоматическом режиме. Целью этих программ является уже не открытие новых планет, а «исчерпание» пространства Солнечной системы до заданного уровня яркости (т.е. размера) малых тел, и полная («репрезентативная») их каталогизация. Поскольку число малых тел растёт степенным образом при уменьшении их размера (величине 1 км соответствует оценка в 70000 шт.), то МАС недавно принял решение, что в будущем имена собственные будут присваиваться только тем малым телам, размер которых превысит 3 км, а все прочие останутся просто с номером. Так что двухвековая история по «размещению» имён богов и людей на малых планетах, похоже, приближается к завершению (хотя нам известно не более 10% всех астероидов).

В качестве определённого курьёза можно упомянуть недавнее (25.10.2001) предложение одного из специалистов по автоматической системе наблюдения малых тел LINEAR (Lincoln Near Earth Asteroid Research), в рамках которой в последнее время происходит большинство открытий астероидов, присвоить им имена победителей ежегодного исследовательского конкурса среди студентов «Лучший молодой учёный года».

«Урка-процессы». Последнее время среди не слишком образованных (и не слишком скромных) людей распространилась «мода» покупать себе имена звёзд, благо существует достаточное количество заведений, готовых такую услугу предоставить. Следует помнить, что даже получив какой-нибудь красивый «сертификат» о присвоении Вашего (или иного) имени какой-либо звезде, это дело полностью останется только между Вами и соответствующей «конторой»; к реальному звёздному небу это присвоение не будет иметь **никакого** отношения. Ну, а если кому-то очень хочется ... — можно свои сольдо и в землю закапывать: глядишь, прорастут!

1054. Какой в 2001 году астрономический юбилей?

Астрономические юбилеи 2001 г. представлены здесь в виде хронологической таблицы.

Юбилей	Год	Событие
Важные юбилеи:		
200	1801	Пиацци открыл первый астероид — Церера
300	1701	Пётр 1 основал «Школу математических и навигацких хитростно искусств учения» — начало астрономического образования в России.
«Некруглые даты»:		
40	1961, 12.04	Полёт Юрия Гагарина
40	1961, 12.02	Запуск АМС «Венера-1» — начало советской планетной программы
40	1961, 18.04	Первая радиолокация Венеры
60	1941	Д. Д. Максудов (1896–1964) создал менисковый телескоп
70	1931	Ф. А. Цандер (1887–1933) основал ГИРД — предтечу советской космонавтики
70	1931	К. Янский (1905–1950) обнаружил радиоизлучение от Млечного Пути — начало радиоастрономии
70	1931	Образование ГАИШ МГУ
80	1921	Начало издания Астрономического ежегодника, издание ГВИ
100	1901	Открытие Энгельгардтовской обсерватории КГУ
110	1891	П. Н. Лебедев (1866–1912) открыл давление света
120	1881	Н. И. Кибальчич описал реактивный аппарат для полётов в межзвёздное пространство
130	1871	Б. Леви (1833–1907) создал телескоп системы «кудэ»
150	1851	Ж. Фуко — опыт с маятником в Парижском Пантеоне
170	1831	Основание Обсерватории Московского университета
180	1821	Основан первый астрономический журнал «Astronomische Nachrichten»
190	1811	Рекордная «Большая комета 1811 г.» (см. «Война и мир», том 2 часть 5 глава 22)
220	1781	Каталог Мессье
220	1781, 13.03	Гершель открыл Уран
240	1761	Ломоносов открыл атмосферу Венеры на диске Солнца
330	1671	Пикар провёл измерение меридиана

360	1641	Ян Гевелий построил обсерваторию в Гданьске
390	1611	Галилей и Фабрициус открыли пятна и вращение Солнца
430	1571	Родился Иоганн Кеплер
450	1551	Рейгольд издал «Прусские таблицы»
470	1531	На примере кометы Галлея открыто явление отклонения хвостов комет от Солнца
530	1471	Региомонтан основал Нюрнбергскую обсерваторию
600	1401	Родился великий мыслитель Николай Кузанский (1401–1465), предшественник Коперника
720	1281	В Китае введён календарь 1 год = 365,2425 суток
2120	≈ −120	Гиппарх открыл прецессию
2230	≈ −230	Эратосфен измерил Землю
2270	≈ −270	Аристарх измерил расстояние от Земли до Солнца
2300	≈ −300	Евклид описал небесную сферу
3100	≈ −1100	В Китае основана обсерватория, определён наклон эклиптики

1058. Когда люди построили самые древние обсерватории? Зачем это им понадобилось?

Ответ на этот вопрос зависит от того, что понимать под обсерваторией.

А. Если считать, что это — культовое сооружение, хоть в какой-то степени связанное с астрономией, то древнейшее известное сооружение — Стоунхендж — остатки гигантского мегалитического каменного сооружения, возведённого на рубеже каменного и бронзового веков (1900–1600 гг. до н. э.) на территории современной Англии. В Стоунхендже проводились не только ритуальные церемонии, но и, благодаря специальной ориентации отдельных частей строения, велся календарный счёт дням, отмечалось начало времён года.

Б. Если иметь в виду постройки для регулярных визуальных наблюдений светил, то это обсерватории Древнего Вавилона (1-я половина 2-го тысячелетия до н. э.). Здесь были распространены предсказания важных событий на основе происходящих небесных знамений, и считалось: чем точнее наблюдения, тем вернее предсказание. Именно в Вавилоне появилась связанная с астрономическими событиями математическая шкала времени (8 век до н. э.).

В. Если говорить об обсерваториях, оснащённых инструментами, то речь должна идти о Древней Греции, об эпохе античности.

1066. Какие Вы знаете имена «спонсоров» астрономии?

Выше уже было рассмотрено, почему в список «спонсоров» не включены такие личности, как Юлий Цезарь и папа Григорий 13. Собственно благодетелем (или меценатом, или по-иностранному «спонсором») можно называть такого человека, который оказывает существенную материальную поддержку исследованиям, тогда как в круг его прямых служебных обязанностей это не входит.

Пожалуй, первым в истории к этой категории можно отнести египетского фараона **Нехо**. По его приказу около 600 г. до н. э. финикийцы осуществили плавание, стартовав из Красного моря и вернувшись к Геркулесовым столбам через 3 года, при этом обойдя вокруг всей Африки! Известно, что древние мореходы (египтяне и финикийцы) активно осваивали северную часть Индийского океана, вдоль берегов Южной Азии и Восточной Африки. Понятно также, что географические открытия всегда имеют свою логику, помимо чисто научной (см. вопрос № 950, стр. 277). Однако данная космографическая задача заведомо выходила за рамки только экономических интересов того царства и того времени.

В 331 г. до н. э. египетский царь **Птолемей 1** Сотер основал Александрийский Музей (Дом Муз), представлявший собой целый комплекс научных и учебных учреждений, являвшийся центром научной мысли эпохи эллинизма. При Музее была обширнейшая библиотека, регулярная астрономическая обсерватория. Из Александрийского Музея вышли такие великие учёные древности, как Аристарх, Аристилл, Евклид, Эратосфен и др. Музей был варварски разгромлен фанатиками-христианами в 415 г., при этом часть учёных была убита, и среди них — первая женщина-астроном Гипатия Александрийская (370–415), математик и философ, дочь математика Теона.

В 786 г. халифом в Багдаде становится **Гарун ар-Рашид**. По его указанию и с участием учёного Джабира основывается Дом Мудрости (Знаний) — фактически академия наук исламского мира. С 813 по 833 гг. в Багдаде правил сын Гаруна халиф **аль-Мамун**, который покровительствовал математике и астрономии. В 827 г. по его повелению (и при его финансировании) были проведены градусные измерения дуги меридиана в долине Синджар, осуществлён перевод труда Птолемея на арабский язык («Альмагест»); в 829 г. в Багдаде основана астрономическая обсерватория. С Домом Мудрости связана деятельность великого учёного аль-Хорезми.

В 1248 г. король Кастилии **Альфонс 10** (1223–1284) собрал в Толедо большую группу арабских, еврейских и европейских астрономов для

расчётов и исправления планетных таблиц Птолемея, которым к тому времени уже было более 11 веков, и ошибки в которых стали более чем заметными. Итоговый труд этого «временного трудового коллектива», отражающий эфемериды планет с высочайшей на то время точностью, получил название «Альфонсовы» таблицы (1252 г.).

Около 1425 г. близ Самарканда было закончено строительство величайшей в мире астрономической обсерватории. Руководил проектом внук «Великого Хромца» Тимура **Улугбек** (1394–1449), который вошёл в историю человечества, как великий астроном средневековья, а по совместительству (в свободное от науки время) работал ханом. Главным инструментом обсерватории Улугбека был квадрант гигантских размеров — радиусом 42,9 м (чем больше радиус, тем выше точность угловых измерений). Улугбек также собрал у себя многих выдающихся учёных, и по результатам наблюдений на его обсерватории в 1437–1449 гг. был издан т. н. «*Зидж Улугбека*» или «Новые астрономические таблицы» — фундаментальный труд мусульманской науки, содержащий изложение теоретических основ математики, тригонометрии и астрономии, а также каталог положений 1019 звёзд. Каталог Улугбека — первый звёздный каталог после Гиппарха, а его точность осталась лучшей до работ Тихо Браге. Астрономические занятия хана не понравились религиозным ортодоксам (видимо не слишком сочетались с «правильной» верой), и по заговору духовенства Улугбек был убит, а его обсерватория варварски разрушена «по-большевистски», т. е. до основания, «неправильные» книги Улугбека были сожжены, а его сотрудники были вынуждены спасаться бегством. Сейчас в Самарканде на месте обсерватории создан музей Улугбека, и можно видеть только ту часть квадранта, которая находилась под землёй, на глубине до 11 м.

В 1471 г. Иоганн Мюллер (более известный в астрономии под именем Региомонтан, 1436–1476) после ряда скитаний по городам беспокойной Европы направился в богатый торговый город Нюрнберг. Там он надеялся осуществить свои планы по созданию астрономических угломерных инструментов из металла, а следовательно, более точных, типографию для издания астрономических трудов и таблиц. К счастью, его надежды оправдались в лице богатого мецената **Бернгарда Вальтера**, который не только дал деньги на инструменты, но и сам принимал участие в наблюдениях на них в новой Нюрнбергской обсерватории. В 1472 г. Региомонтан издал в Нюрнберге книгу Пурбаха «Новая теория планет», а в 1474 г. — результаты своих наблюдений в виде «Эфемерид» на 1475–1506 гг., с таблицами положений Луны, Солнца, планет и предстоящих затмений. Этими эфемеридами в своих плаваниях поль-

зовались Колумб, да Гама, Веспуччи и другие мореходы (см. вопрос №955, стр. 315).

По тем же принципам, что и Региомонтан, спустя век, в 1576 г. Тихо Браге (1546–1601) начал создавать на острове Вен около Копенгагена свою обсерваторию «Ураниенборг» («Небесный замок»). Его спонсором выступил король **Фридрих 2**, который предоставил этот остров в его распоряжение и обеспечил финансовую поддержку, достаточную для создания лучшего наблюдательного центра в Европе. Первоначально использовался «большой квадрант» радиусом 6 м, но впоследствии Браге также перешёл на меньшего размера, но более точные инструменты из металла. В Ураниенборге Браге за 20 лет наблюдений составил каталог 788 звёзд с точностью 0,5 угловой минуты, что в 20 раз точнее измерений Птолемея и осталось пределом точности для безоптических угломерных инструментов. В 1590 г. Браге подарил наследному принцу механический звёздный глобус, но когда в 1597 г. Христиан 4 стал королём, он закрыл финансирование, и Ураниенборг прекратил своё существование.

Тихо Браге со всеми инструментами, книгами и результатами наблюдений перебрался в Прагу, к императору **Рудольфу 2**, который принял на себя его обеспечение. Браге обещал обработать свои многолетние наблюдения и издать их в виде «Рудольфовых» таблиц. Когда Браге скоропостижно скончался, эта задача досталась «по наследству» его помощнику и ученику Иоганну Кеплеру. Труды «Первого императорского математика» на основе наблюдений Тихо Браге привели впоследствии к открытию первых законов небесной механики. Они были изданы Кеплером в 1627 г. под названием «Рудольфинские таблицы всей астрономической науки, начатые впервые Тихо Браге, продолженные и доведённые до конца Кеплером» и явились первыми планетными таблицами, рассчитанными на основе уже гелиоцентрической системы мира. Они были значительно точнее своих предшественников и ими пользовались все астрономы в течение полутора веков.

Ещё в 1589 г. герцог Тосканы Фердинандо Медичи предоставил Галилео Галилею должность профессора математики в Пизанском университете, которую Галилей занимал до 1592 г. (в этот период он проводит свои знаменитые опыты на Пизанской башне). Впоследствии Галилей является профессором в Падуанском университете, который подчинялся Венецианской республике. Поэтому именно Дожу он демонстрировал свою «перспективу» (подзорную трубу с увеличением $8\times$), как подарок Венеции. Однако, последовавшие в 1609–10 гг. фантастические астрономические открытия, сделанные Галилеем уже с трубой $30\times$,

не только резко изменили его собственные творческие и жизненные планы, но, являясь источником принципиальных идеологических споров с инквизицией, поставили перед ним задачу поиска достаточно «мощного прикрытия». В ожидании возвращения во Флоренцию Галилей даже составил благоприятный гороскоп для болевшего Фердинанда, но ... герцог умер. На престол взошёл бывший ученик Галилея **Козимо 2 Медичи**. Естественным шагом в этой ситуации для Галилея было предложить назвать открытые в 1610 г. спутники Юпитера «*Медичейскими*» звёздами. Несмотря на нападки со стороны большинства современных ему учёных (ибо столь совершенных инструментов ни у кого просто ещё не было, а выводы из своих наблюдений Галилей делал слишком серьёзные), в том же 1610 г. Галилей получил титул «философа и первого математика великого герцога Тосканского», что означало не только материальное, но и политическое обеспечение Галилея в его дальнейших отношениях со Святым престолом (можно ли эту «около-астрономическую» историю считать примером спонсорства? — судить читателю).

Ян Гевелий был сыном состоятельного человека и с детства увлекался астрономией. Поэтому позже, когда он уже стал мэром(!) города Гданьска, он смог употребить свои немалые средства на создание в 1641 г. первоклассной по тем временам обсерватории. **Ян Гевелий** использовал уже линзовые системы и весьма точные угломерные инструменты; в наблюдениях помогала его жена Елизавета. Чтобы преодолеть хроматическую абберацию линз, Гевелий увеличивал их фокусное расстояние. Он проводил наблюдения планет с телескопом, имевшим фокусное расстояние 20 м, а затем построил гигантский телескоп длиной 45 м! Он представлял собой продольную полую конструкцию, подвешенную на высоком столбе и управлявшуюся системой корабельных канатов. В наблюдениях Гевелий достиг рекордных результатов: он наблюдал дифракционные диски звёзд (см. вопрос № 1034, **320**). Основными его трудами стали «Селенография, или описание Луны» с подробным описанием поверхности Луны, «Кометография» — первый систематический обзор всех наблюдавшихся комет, и знаменитый звёздный атлас Гевелия с координатами 1564 звёзд, более точными, чем у Браге, и новыми созвездиями.

В 1713 г. Английское адмиралтейство объявило конкурс и **премию** за изобретение часов, пригодных к использованию на море для определения долготы корабля. В зависимости от достигнутой точности премия составляла за 1° — 10 000, за (2/3)° — 15 000, за 0,5° — 20 000 фунтов стерлингов! Проблема долготы имела давнюю историю (см. вопрос

№950, стр. 277), и многие морские державы серьёзно пострадали из-за ошибок навигации по долготе (аналогичные премии устанавливали и Филипп 2 Испанский, и Людовик 14, и Голландия). В 1736 г. Джон Хэррисону (1693–1776) удалось построить удачную систему компенсационного крутильного маятника, и на его основе — первый *морской хронометр*, пригодный на практике. В 1753 г. Тобиас Майер (1723–1762) опубликовал «Новые таблицы Луны и Солнца», которые позволяли с помощью них и хронометра определять положение корабля по долготе в открытом море с требуемой точностью.

В 1831 г. по инициативе и под руководством профессора Московского университета, впоследствии академика Д. М. Перевощикова (1788–1880) была основана *Обсерватория Московского университета*. Она была создана у Пресненской заставы на даче, пожертвованной Московскому университету его почётным членом **З. П. Зосимой** (ныне Красная Пресня — почти центр Москвы).

17(30) ноября 1908 г. любитель астрономии **Н. С. Мальцов** передал в дар Пулковской обсерватории свою собственную астрономическую обсерваторию в г. Симеизе. На Симеизской обсерватории в 1925 г. был установлен крупнейший в СССР рефлектор диаметром 102 см, на котором были выполнены фундаментальные работы по определению лучевых скоростей звёзд, открытию многих малых планет. В 1946 г. на базе Симеизской обсерватории была организована Крымская астрофизическая обсерватория — наиболее мощная в СССР до эпохи 6 м телескопа.

Среди «спонсоров» здесь не названы Людовик 14 и его министр Кольбер (в 1672 г. основали Парижскую обсерваторию), Карл 2 (основал в 1675 г. Гринвичскую обсерваторию), Пётр 1 (создал в 1701 г. «Навигацкую школу»), Николай 1 (основал в 1839 г. Пулковскую обсерваторию). Но не потому, что к кому-либо из них можно предъявить какие-либо претензии или кто-то «нам не нравится». Просто основание научных учреждений и вообще забота о фундаментальных науках — это естественное дело для государственных людей, их «прямая служебная обязанность». Иное дело, что среди руководителей того или иного государства бывают достойные люди, а бывают — так себе.

Приложение. Как измеряют углы на небе

Напомним также основные понятия и термины, которые применяются в астрономии при измерениях углов и расстояний на небесной сфере. Как известно, дуги можно измерять в радианах (r), и полная окружность содержит их ровно 2π , т. е. (6,2831852...)r. Радианная мера углов используется, как правило, при расчётах тригонометрических функций, широко применяемых в сферической геометрии.

$$1\text{ r} = (57,2957795131\dots)^\circ$$

Однако исторически в астрономии с самых древних времён и до сих пор наиболее употребима градусная мера углов. Окружность при этом делится на 360° . Эта цифра произошла из древнеегипетского солнечного календаря, который содержал 360 календарных дней в году (см. стр. 154). Соответственно, Солнце каждый день смещалось по небу ровно на 1° , т. е. «делало один шаг» длиной в два своих диаметра.

Для нужд наблюдательной астрономии потребовалось применение мер дуги, существенно меньших, чем 1 градус. Последующее деление угловых мер на меньшие доли было основано на вавилонской традиции счёта, где использовалась шестидесятеричная система чисел. Соответственно, сначала каждый градус делился на 60 «первых» частей, или минут (minor — значит «меньшая часть»). Затем каждая минута по мере необходимости могла быть разделена ещё на 60 «вторых» частей, или секунд (seconda minor — значит «вторая меньшая часть»).

При необходимости указания более высокой точности, чем $1''$, приводятся доли секунд после обозначения секунд и десятичной точки (например $5^\circ 5' 5''.55$). Очевидно, что для того, чтобы перевести величину угла, записанного угловых мерах, в единую величину, например, градусы, необходимо каждое последующее число разделить на 60:

$$22^\circ 23' 24''.25 = ((24,25/60) + 23)/60 + 22 = 22,3900694^\circ$$

Перевести градусы в радианы просто:

$$22,3900694^\circ / 180 \cdot \pi = (0,39078042\dots)\text{ r}$$

Поскольку подавляющее большинство астрономических объектов имеет весьма малый размер, угловые секунды употребляются часто:

$$1\text{ r} = 206264''.80625\dots \approx 206265''$$

Опять-таки исторически сложилось так, что на небесной сфере одна координата: склонение (δ), или возвышение над экватором, — измеряется в градусной мере, а другая: прямое восхождение светила (α), или его часовой угол, — в единицах времени. Это связано с тем, что угол на небесной сфере в направлении запад–восток напрямую соотносится с тем временем, за которое небесная сфера поворачивается со скоростью вращения Земли. Аналогично тому, как полные сутки делятся на 24 часа, полный круг по экватору небесной сферы также разделен на 24^h . Далее вновь применяется деление «по-вавилонски»: сначала час на 60 минут, затем каждая минута — на 60 секунд. Обозначаются углы по α также верхними индексами, соответствующими первым буквам единиц измерения: $22^h 23^m 22.22^s$. Перевод углов в единое число производится аналогично угловым мерам и единицам времени:

$$\begin{aligned} 22^h 23^m 24.25^s &= ((24,25/60) + 23)/60 + 22 = 22,3900694\dots^h = \\ &= (22,3900694\dots/12)\pi r = (5,861706\dots) r \end{aligned}$$

Поскольку полный круг делится на 360° и только лишь на 24 часа, то каждая «временная» единица измерения угла в 15 раз больше, чем одноимённая «угловая».

$$1^s = 15'' \quad 1^m = 15' \quad 1^h = 15^\circ$$

Приложение. Список таблиц

1. Рассеяние света атмосферой Земли	74
2. Блеск и видимый диаметр Солнца и планет	94
3. Попытное движение планет	95
4. Распределение количество звёзд по звёздной величине	98
5. Звёзды созвездия Большая Медведица	99
6. Собственное вращение и форма планет	104
7. Большие корабли в конце 19 – начале 20 века	129
8. Газовый состав атмосферы Земли	142
9. Годовые интервалы	153
10. Спутники планет Солнечной системы	199
11. Системы Земля–Луна и Плутон–Харон	200
12. Правило (закон) Тициуса–Бодде	206
13. Количество астероидов в Солнечной системе	209
14. Самые большие созвездия	221
15. Параметры звёзд массы 1, 2, 3 и 4 масс Солнца	223
16. Обилие химических элементов во Вселенной	224
17. Зависимость параметров звёзд от массы	228
18. Имена учёных в астрономических названиях	340
19. Астрономические «юбилеи» 2001 года	346

абберация хроматическая 351
 абсолютно чёрное тело 228
 Август, император 163, 184, 331
 Аверроэс 285
 Авраам 183
 Австралия 146
 флаг 221
 Аден 307
 адмиралтейство Английское 351
 Адрастея 176
 Адриан 268
 Азанбужи, Диогу 291, 292
 Азия Южная 348
 Азорские острова 290, 301
 азот 142, 224
 айсберги 132
 Айя-София 269
 академия наук Парижская 317
 академия наук Французская 114, 115
 «Аквитания», корабль 129
 аккреции диски 105
 Аконкагуа, гора 116, 121
 Акра 281
 Алвариш, Педру Кабрал 304
 Алголь, звезда 336
 Александр 6, папа 302
 Александр Брюллов 274
 Александрийский Музей 348
 Александрия 113, 154, 163, 331, 335, 339
 Алексис Клод Клеро 115, 215
 Алжир 282, 306
 Алиот (ϵ), звезда 99, 335
 Алкиона, звезда 335
 Алонсо де Охеда 303
 Алонсо, Мартин Пинзон 297
 аль-Мамун 113, 348
 аль-Хорезми 348
 Альбукерке 305
 Альварес, Хорхе 305
 Альвен 340
 Альвена волны 340
 Альгамбра, крепость 297
 Альдебаран, звезда 336
 Алькор, звезда 336
 «Альмагест» 185, 205
 перевод на арабский 348
 Альмейда 305
 Альпийско-Гималайский пояс 121
 Альтаир, звезда 336
 Альфарган 285
 Альфонс 10 293, 348
 Альфонсовы таблицы 293, 349
 алюминий 224
 Аляска, флаг 221
 Амазонка, река 304
 Амальтея 332
 Аменхотеп 4 183
 Америго Веспуччи 303, 310, 350
 Америка Южная 121, 146
 Америка, название 310
 аммиак 204, 255
 Амфитеатр Флавиев 269
 Амьен 114
 анализ спектральный 73, 225, 324
 анаэробные бактерии 255
 Английская революция 336
 Английское адмиралтейство 351
 Английское Королевское общество 318
 Англия 282, 288, 296, 303, 309, 347
 Ангстрем 340

Андромеда 333
 Андромеды созвездие 232
 Андромеды Туманность 239,
 340
 Анды 116, 121
 Анжело, да Скарпьяриа
 Джакомо 285
 Анжуйский, Жан 285
 аномалистический год 153
 аномалия магнитная Курская
 314
 Антарес, звезда 94, 335
 Антарктида 137, 145–147, 236,
 311
 экспедиция 315
 антарктический антициклон
 137
 Антигуа и Барбуда, флаг 222
 «Антилия» 286
 Антильские Малые острова
 302
 антинейтрино 343
 антициклон 100, 139
 антарктический 137
 Антонин Мркос 337
 Антуан Лавуазье 334
 апекс Солнца 150
 апертура 322
 аппарат реактивный 346
 арабские названия звёзд 335
 арабы 268
 Аравия 283, 306
 Араго 74
 Арагон, королевство 293
 аргон 142, 224
 Арена часовня 264
 Ариабхата 113
 «Ариабхатиам» 113
 Аризона, метеоритный кратер
 262
 Аристарх 347, 348
 Аристилл 348
 Аристилла и Тимохариса
 каталог 339
 Аристотель 112, 278, 288
 Арктур (медвежий страж),
 звезда 93, 335
 Армения, Великая 281
 Аррениус, Сванте 259
 архив Колумба 311
 Архимеда сила 92
 ас-Суфи 339
 Асклепий 333
 ассирийцы 268
 астеносфера 120
 астероидов пояс 206
 астероиды 206, 208, 344
 спутники 200
 астрономические инструменты
 344
 астрономические каталоги 339
 Астрономический ежегодник
 346
 Асуан (Сиена) 113
 Асуанская плотина 329
 Атлант 335
 «Атлантида» 286
 Атлантический океан 312
 атлас Гевелия 351
 атмосфера 218
 Венеры 138, 139, 317
 открытие 346
 суперротация 100
 атмосфера вторичная
 углеродно-азотная 146
 атмосфера Земли 88, 139,
 142
 газовый состав 120, 142
 кислород 142
 масса 142

- Марса 138
первичная
 водородно-гелиевая 146
Юпитера 100, 138, 139
атмосферного дрожания диск 96
атмосферное давление 140
атмосферное рассеяние 89
атмосферные неоднородности 96
атмосферные осадки 119
 горы 122
АТФ 143
Афанасий Никитин 283
Афинская обсерватория 338
афинский календарь 332
Африка 146
Африка Восточная 348
Африка, плавание вокруг 330, 348
Ахернар, звезда 93, 336
ацтеки 307
- Багамские острова 299
Багдад 113, 348
Багдад, обсерватория 348
Багдадский халифат 279
Бадахос 309
Бадахшан 281
Байер, Иоганн 333, 336
Байкал, озеро 121
бактерии
 анаэробные 255
 нитрифицирующие 255
 фоторедуцирующие 255
Балеарские острова 293
Бальбоа, Васко Нуньес 307
Бальмер 341
Бальмера серия 340
- Бальмера скачок 341
барий 224
Барнард, Эдуард 332, 333, 336
Барнарда летящая звезда 186, 230, 336
Барроу 344
Бартоломеу Диаш 292
барьер потенциальный 151
Баса, город 296
Батиста, Джованни Риччоли 338
Баттута, Ибн 282
Батый 280
башня вавилонская 182, 184
башня Пизанская 350
«Белая звезда» 129
Белград 307
Беллатрикс, звезда 335
Беллинсгаузен 311
белый карлик 89, 240, 344
Белый Нил 330
Бенетнаш (μ) («хозяин»), звезда 99, 335
Беннет Ч. 236
берег Золотой 291
берег Невольничий 291
Берег слоновой кости 291
Бермудские острова 313
Бернгард Вальтер 316, 349
беспозвоночные морские 156
Бессель, Фридрих 115
бесцветный воздух 74
Бетельгейзе, звезда 95, 229, 336
Бехайм, Мартин 293
биогеоценоз 259
биосфера 259
биржа в Брюгге 293
Бируни 114
«Бисмарк», корабль 129

- битва при Лас-Навас-де-Толоса
 289
 битва при Лепанто 307
 Биэла, Вильгельм 337, 338
 Биэлы комета 338
 1846 г. 217
 Благовещение 270
 блеск 93
 Близнецы, знак зодиака 180
 Близнецы, созвездие 333
 блины Зельдовича 342
 Бобадилл, Франциско 303, 304
 Боде, Иоганн 206, 332, 343
 Бойль, Роберт 334
 Болгария 283
 болид 218
 Большая комета 1811 г. 337,
 346
 Большая Медведица, созвездие
 97, 98, 221
 Большая развилка Млечного
 Пути 232
 Большая сентябрьская комета
 1882 г. 337
 Большое Красное пятно 100,
 138, 204
 Большое Магелланово Облако
 232
 Большой взрыв 84
 Большой Сфинкс 266
 Бонифаций 2, папа 165
 Бонн, радиотелескоп 323
 Боробудур 270
 Босфор 280
 Бохадор, мыс 290, 302
 Брайлей 186
 Бразилия 302, 305
 флаг 221
 Браманте 273
 Брандана Св. мыс 292
 Брассар Г. 236
 Британия 267
 «Броненосец Потёмкин» 276
 броуновское движение 75
 Бруно, Джордано 174
 Брюгге 290
 биржа 293
 Брюллов, Александр 274
 Брюс, Яков Виллимович 332
 «Брюсов календарь» 332
 Бугер, Пьер 115
 булла от 1454 г. 302
 бури магнитные 314
 Бурь мыс 293
 буря пыльная 76
 Бутия, полуостров 315
 Бухара 280
 Бэра закон 123
 Вавилон 341
 Вавилова–Черенкова излучение
 341
 Вавилон 184
 Вавилон Древний 347
 вавилонская башня 182, 184
 вавилонские календари 159
 вавилоняне 268
 вакуума плотность 242
 Валенсия, город 293
 Вальдземюллер 310
 Вальтер, Бернгард 316, 349
 Варшава 275
 Васко да Гама 303, 305, 317,
 330, 350
 Васко Нуньес Бальбоа 307
 Ватикан 311
 Ватиканский холм 272
 Ватлинг, остров 299
 Вашингтон, город 160
 Вашингтон Ирвинг 311

- Вега, звезда 93, 336
 ВЕГА, эксперимент 211
 Вега-1 и -2, космические аппараты 138
 вековое замедление вращения Земли 160
 Великая Армения 281
 «Великая замятня» 284
 Великая китайская стена 282
 Великий канал Пекин — Ханьджоу 282
 Великий шёлковый путь 279
 Великих географических открытий эпоха 278, 330
 Великобритания 163, 184
 Великое переселения народов 279
 величина звёздная 93, 176
 Гиппарха 341
 Вен, остров 350
 Вена, город 334
 Венгрия 283, 307
 Венера 93, 94, 104, 138, 157, 199, 200, 206, 209
 атмосфера 138, 139, 317
 суперротация атмосферы 100
 вращение 200
 период 201
 земные приливы 203
 первая радиолокация 346
 поверхность 201
 прохождение по диску Солнца 317
 скорость собственного вращения 203
 сутки 203
 фазы 95, 321
 «Венера-1» 346
 Венесуэла 304
 Венецианская республика 350
 Венеция 280–284, 307
 Гетто 294
 консульство в Судак 280
 Верагуас, золотые рудники 305
 Вернадский В. И. 259
 Верона, город 155, 164, 331
 верхняя тропосфера 137
 вершина Дхаулагири 121
 вес 91
 весеннее равноденствие 86
 Весов (α), звезда 184
 Весов (β), звезда 184
 Веспасиан 269
 Веспуччи, Америго 303, 310, 350
 Веста, комета 217
 Весы, знак зодиака 180
 Весы, созвездие 183
 ветер 139
 солнечный 314
 скорость 137
 стоковый 137
 циклон 140
 Видманштеттен А. 219, 341
 видманштеттеновы фигуры 219, 341
 византийское летосчисление 328
 Византия 269, 270, 283
 «Викинг», космические аппараты 76
 викинги 288
 колонии 289
 Виктория, озеро 330
 Виллеброрд Снеллиус 114
 Вильгельм Бизла 337, 338

- Вильям Гершель 150, 205, 332, 346
- Вин 341
- Вина закон 228
- Вина смещение 341
- Виноградский С. Н. 255
- високосный год 155
- витасфера 259
- Вифлеем 261
- вихрей эфирных теория
Декарта 114
- ВНИИФТРИ 160
- вода 81, 142
- Водолей, знак зодиака 180
- водород 151, 204, 224
- водородно-гелиевая первичная атмосфера 146
- водоросли сине-зелёные 144
- воды капли 76
- воздух, бесцветный 74
- воздушные шары 82
- возмущение приливное 85
- Возничий 333
- война 1-я Иудейская 268
- война 2-я Иудейская 268
- «Война и мир» 337, 346
- Волга 280
- волна ударная 138, 218
- волновой формализм 234
- волны Альвена 340
- волны земляные 79
- Волосы Вероники, созвездие 333
- волхвы 260
- Вольтер 154, 266
- Вольф 341
- Вольфа каталог 340
- Вольфа числа 341
- Вольфа–Райе звёзды 341
- Воронцов–Вельяминов 341
- Воронцова–Вельяминова галактики 341
- Восточная Африка 348
- Восточная Римская империя 269
- восход 76, 87, 222
- гелиакический 329
- восхождение прямое 354
- вращение Венеры 200
- вращение Галактики 187
- вращение дифференциальное 100
- вращение звёзды 104
- вращение Солнца 101, 347
- вращения Венеры период 201
- вращения кривые 239
- вращения планет период 104
- времени шкала 347
- время декретное 161
- время жизни звёзд 228
- время летнее 161
- время поясное 160
- Вселенная 84, 106
- Вселенский собор 1-й 163, 270
- вторичная углеродно-азотная атмосфера 146
- вулкан Мауна-Кеа 103, 121
- вулкан Олимп 103
- вулкан, самый высокий 121, 122
- вулканизм 121
- вулканическое извержение 76
- вулканы 119, 147
- Вуттерс В. 236
- высокий самый вулкан 121, 122
- высот перепад наибольший 116
- Гавайские острова 104, 121

Гагарина полёт 346
 Гаджибей, крепость 276
 газ углекислый 146
 газовые звёзды, вращение 229
 газовый состав атмосферы
 Земли 120, 142
 газопылевые диски 105
 газопылевых туманностей
 наблюдение 196
 Гаити, остров 300, 313
 ГАИШ МГУ, образование 346
 «Гайтянь» («Покрывающее
 небо») 113
 Галактика 230, 231
 галактика М 64 103
 Галактика, вращение 187
 галактики 102, 105, 337
 Воронцова-Вельяминова
 341
 иррегулярные 239
 Маркаряна 342
 Сейферта 343
 спектр 84
 галактические диски 240
 галактический год 232
 Галилеевы спутники (Юпитера)
 322, 332
 Галилей, Галилео 93, 317, 320,
 322, 333, 338, 340, 347,
 350
 «Галилей» (космический
 аппарат) 200
 Галле, Иоганн 205, 332
 Галлей, Эдмунд 186, 215, 313,
 334, 336, 339
 Галлея комета 103, 204, 211,
 264, 333, 338
 орбита 102, 214
 хвост 215, 347
 галлий 225
 «гало» 77
 Гамаль, звезда 336
 Гамов, Георгий 343
 Ганг, река 328
 Ганимед (спутник Юпитера)
 199, 204, 332
 Ганьджоу 281
 Гаралли, Луиджи Лилио 155,
 164, 331
 Гарун ар-Рашид 348
 Гаусс 341
 ГВИ 346
 Гвиана 114
 Гвинейский залив 291
 Гвинея 286
 Гданьск 338, 351
 Гданьская обсерватория 347
 Гевелий, Ян 338, 339, 347, 351
 Гевелия атлас 351
 Гевелия Яна звёздный каталог
 334
 Гейзенберга принцип
 неопределённости 235
 гелиакический восход 329
 гелий 142, 151, 224
 Гелиополь, обелиск 272
 гелиосейсмология 101
 гелиоцентрическая система
 350
 Гемма, звезда 335
 Генри Дрепера каталог (HD)
 340
 Генрих 7 296, 303
 Генрих Мореплаватель 290
 генуэзцы 280, 283
 Генуя 283–285, 293, 313
 тюрьма 281
 географические карты,
 меридианы и параллели
 113

география 278
 «Геодезия» 114
 Геоид 116
 геологические эпохи 156
 геомагнитного поля «западный дрейф» 314
 Георгий Гамов 343
 Геракл 333
 Геркулес, созвездие 150, 221, 333
 Геркулесовы столбы 290, 348
 Геродот 330
 Герц 341
 Гершель 1785 г. комета 338
 Гершель, Вильям 150, 205, 332, 346
 Гершель, Каролина 337
 Герштейн С. С. 241
 Гетто, Венеция 294
 Гиады 335
 Гибралтар 290, 313
 гиганты красные 223
 гиганты, звёзды 227
 Гидра, созвездие 221
 Гиза, плато 266
 Гильом Рубрук 280
 «Гинденбург», дирижабль 134
 Гипатия Александрийская 348
 гипотеза космозоев 259
 Гиппарх 176, 183, 185, 341, 347
 Гиппарха звёздные величины 341
 Гиппарха каталог 339
 ГИРД 346
 гироскоп 185
 ГКО 250
 главная последовательность звёзд 223, 227
 Главное здание МГУ 274
 Глизе каталог 340
 глубокая самая точка 121
 Гоа, город 292, 303, 305
 Гоби 281
 год 158
 аномалистический 153
 високосный 155
 галактический 232
 григорианский 153
 драконический 153
 сидерический 153
 перемена 163
 сезоны 180
 тропический 153, 158
 юлианский 153
 годичный паралакс 230
 годовые интервалы 153
 Голдстоун 236
 Голландия 155, 164, 352
 голоцен 327
 «Голубая лента Атлантики» 128
 Голубой Нил 330
 Гольфстрим 131, 298, 300
 Гондвана 146
 Гондурас 305
 Гонсалес, Педро де Мендос 295
 гора Аконкагуа 116, 121
 гора Джомолунгма 116, 121
 гора Майданак 97
 гора Мориа 268
 гора Народная 122
 гора Олимп (на Марсе) 122, 204
 горизонт 77
 горизонт световой 84
 Горн, мыс 308
 городок Звёздный 92
 Горы Львов 291
 горы на Луне 82, 321

горы, атмосферные осадки 122
 горы, небо 75
 горячие Юпитеры 257
 государство Иудейское 267
 гравиметрия 115
 гравитационная линза 105, 241, 344
 гравитационный резонанс 85, 157, 209
 градус Кельвина 342
 градусная мера углов 353
 градусные измерения дуги меридиана 348
 гражданские сумерки 161
 Гранада 294, 297
 Гранадский эмират 294
 графство Португальское 289
 Грегори 344
 «Грейт Вестерн» 128
 греки 283
 Гренландия 288
 Гренландское течение 132
 Греция Древняя 98, 347
 греческие названия звёзд 335
 григорианский год 153
 григорианский календарь 155, 164, 331
 Григорий 10, папа 281
 Григорий 13, папа 155, 164, 331
 Гринвичская обсерватория 317, 334, 352
 Гринвичский меридиан 274
 гроб Магомета 92
 грозовые облака 137
 Гуаньджоу 281, 305
 Гулд 341
 Гулда пояс 341
 гунны 279
 Гурьев, город 317
 Гуюк 280
 Гюйгенс, Христиан 334, 344
 Давид Ливингстон 330
 давление атмосферное 140
 давление световое 191, 227
 открытие 346
 дагерротип лунного серпа 323
 демоны 242
 Дактиль (спутник астероида Ида) 200
 Далмация 307
 даосизм 188
 Дарданеллы 283
 дат перемены линия 162
 даты юлианские 165, 328, 331
 движение собственное звёзд 186
 движение Солнечной системы 186
 двойные звёзды 229
 Дворец Дожей 280
 дворец Золотой 269
 Дева, знак зодиака 180
 Дева, созвездие 221, 333
 девон 119, 120, 156
 Деймос (спутник Марса) 200
 Декарта теория эфирных вихрей 114
 декретное время 161
 деление ядра кометы 217
 Дендерский зодиак 97, 184
 Денеб, звезда 336
 Денебола, звезда 336
 День Победы 162
 Джабир 348
 Джакобини, М. 337
 Джакобини-Циннера комета 338

- Джакомо Анжело да
Скарпьяриа 285
- Джеймс Кларк Росс 315
- Джеймс Кук 318
- «Джелали эра», календарь 332
- Джинс 341
- Джинса неустойчивость, длина,
масса 341
- Джованни Батиста Риччоли
338
- Джованни де Карпини 280
- Джованни Доменико Кассини
115
- Джованни Донати 337
- Джованни Скиапарелли 323,
343
- Джомолунгма, гора 116, 121
- Джон Кабот 303, 310
- Джон Росс 315
- Джон Роулендс 330
- Джон Флемстид 334
- Джон Харрисон 352
- Джон Хейфорд 115
- Джордано Бруно 174
- Джосера пирамида 328
- Джотто 264
- Джоши Р. 236
- диапазон сантиметровый 201
- Диаш, Бартоломеу 292
- динозавры 145, 147, 156
- Диогу Азанбужи 291, 292
- Дионисий Малый 165
- дирижабль 133
- дирижабль «Гинденбург» 134
- диск атмосферного дрожания
96
- диски аккреции 105
- диски газопылевые 105
- диски галактические 240
- диски звёзд дифракционные
351
- диски протопланетные 196
- дифракционное пятно 96
- дифракционные диски звёзд
351
- дифракция 321
- дифференциальное вращение
100
- длина Джинса 341
- Доброй Надежды мыс 293
- Дож 350
- дождь 77
- долгота 316
- измерение 315
- часы 351
- долина Синджар 348
- Дом Мудрости 348
- Дом Муз 113, 348
- Доменико, Джованни Кассини
115
- Донати 1858 г. комета 337
- Донати, Джованни 337
- Доплер 342
- Доплера уширение 342
- Доплера эффект 230
- Доплера-Физо эффект 342
- доплеровское смещение 84
- Дракона (α), звезда 312
- драконический год 153
- древние мореходы 348
- древние названия звёзд 335
- древние рисунки фаз Луны
328
- Древний Вавилон 347
- Древний Египет 97, 154, 163,
186, 312, 333
- древний Китай 187
- Древний Рим 154, 163, 279
- Древняя Греция 98, 347

- древовидные растения 119
 Дрейк 309, 310
 Дрейпер Дж. 323
 Дрепера Генри каталог (HD) 340
 дрожания атмосферного диск 96
 Дуб Карла, созвездие 334
 Дубхе (α) («медведь»), звезда 99, 335
 Дхаулагири вершина 121
 дыры чёрные 89
 мини 241
 Евангелие 260, 268
 Евдокс Книдский 278, 333
 Евклид 174, 347, 348
 Евразия 121
 евреи 267, 294
 Европа (континент) 132, 145
 Европа (спутник Юпитера) 199, 332
 Евфрат, река 113, 328
 Египет 113, 184, 266, 267, 269, 282, 284, 293, 306, 330, 334, 348
 Египет Древний 97, 154, 163, 186, 312, 333
 египетские пирамиды 182, 185
 ежегодник Астрономический 346
 Жак Кассини 115
 Жан Анжуйский 285
 Жан Картье 309
 Жан Пикар 114
 Жан Понс 337
 Жан Рише 114
 Жан Фернель 114
 Жан Фуко 346
 Жан Шапп д'Отерош 317
 железные метеориты 219
 железо 224
 железо никелистое 219
 железобактерии 255
 желоб Марианский 116, 121
 желоб Чилийский 116, 121
 Живописец, созвездие 334
 «Жизнь и путешествия Христофора Колумба» 311
 Жозеф Скалигер 328, 331
 Жуан 2 277, 289, 291, 301
 Жюль Верн 251
 «Задиг, или Судьба» 266
 закон
 Бэра 123
 Вина 228
 Планка 235, 343
 Тициуса–Боде 206
 Хаббла 84
 залив Гвинейский 291
 залив Париа 303
 залив Персидский 305, 307
 залив Фанди 117
 залив Фанди, приливы 127
 замедление векового вращения Земли 160
 замедление маятника 114
 Западная Римская империя 269
 Западно-Сибирская низменность 122
 «западный дрейф» геомагнитного поля 100, 314
 заря зелёная 76
 затмение лунное 87, 278, 316
 затмение солнечное 174, 197
 захват Константинополя 283

- заход 75, 87
 звезда 93
 α Ursa Minor 312
 α Дракона 312
 α Дубхе («медведь») 335
 β Мерак («поясница») 335
 δ Мегрец («корень» хвоста) 335
 γ Фекда («бедро») 335
 μ Бенетнаш («хозяин») 335
 ε Алиот 335
 ζ Мицар («конь») 335
 ζ Cep A 225
 Cor Caroli 336
 Алголь 336
 Алиот 99
 Альдебаран 336
 Алькор 336
 Альтаир 336
 Антарес 335
 Арктур (медвежий страж) 335
 Ахернар 336
 Барнарда (летающая) 186, 336
 Беллатрикс 335
 Бенетнаш 99
 Бетельгейзе 229, 336
 Вега 336
 Гамаль 336
 Гемма 335
 Денеб 336
 Денебола 336
 Дубхе 99
 иудеев 264
 Канопус 113, 335
 Капелла 335
 Каптейна 230, 336
 Кастор 335
 Кохаб 335
 Мегрец 99
 Мира́ 335
 Мерак 99
 Мицар 99, 336
 Поллукс 335
 Полярная 186, 312, 335
 Проксима 336
 Процион 335
 Рас Альгети 336
 Регул 336
 Ригель 336
 сверхновая 262
 сверхновая Кеплера 340
 сверхновая Тихо Браге 340
 Сириус (сияющая, Исида, собачка, каникула) 335
 Спи́ка 182, 335
 Фекда 99
 Фомальгаут 336
 «звезда-гостья» 263
 звезды масса 223
 «звёзды Медичейские» (спутники Юпитера) 322, 351
 звёзд арабские названия 335
 звёзд время жизни 228
 звёзд греческие названия 335
 звёзд дифракционные диски 351
 звёзд древние названия 335
 звёзд светимость 228
 звёзд цвета 228
 звёздная величина 93, 176
 Гиппарха 341
 звёздные потоки Каптейна 342
 Звёздный городок 92
 звёздный каталог Яна Гевелия 334
 звёзды 89, 151, 224, 238, 335
 Вольфа–Райе 341
 вращение 104

- газовые, вращение 229
- гиганты 227
- главная последовательность 223, 227
- двойные 229
- кратные 102
- лучевые скорости 150, 230, 239, 352
- «лучистые» 96
- мерцание 96
- «металлические» 224
- нейтронные 89, 105
- неподвижные 203
- пекулярные скорости 230
- сверхновые 89, 223, 340
- собственное движение 186
- «углеродные» 225
- звука скорость 138
- Зевс 332
- Зеeman 342
- Зеemана эффект 342
- зелёная заря 76
- Зелёного Мыса острова 291, 302
- Зелёный мыс 290
- Зельдович Я. Б. 241, 342
- Зельдовича блины 342
- землетрясения 78, 127
- Земли измерение 347
- Земли магнитное поле 313
- Земли формирование 146
- Земля 104, 199, 200, 206
 - атмосфера 88, 139, 142
 - измерение размеров 113
 - кора 78, 120
 - магнитосфера 314
 - орбита 86
 - полярный радиус 115
 - сутки 175
 - сплюснутость 115
- сферическая форма 112
- тень 87
- экваториальное сжатие 116
- экваториальный радиус 115
- Земля Санта-Крус 305
- Земля-Солнце, измерение расстояния 347
- земляные волны 79
- «Зидж Улугбека» 272, 349
- зиккурат 184
- зимнее солнцестояние 181
- Змееносца созвездие 180, 333, 340
- знаки Зодиака 179
- Зодиак (круг зверей) 94, 182, 328
- зодиак Дендерский 97, 184
- Зодиака знаки 179
- зодиакальные созвездия 179, 180, 333
- Золотая империя 307
- Золотая орда 283
- Золотой берег 291
- Золотой дворец 269, 280
- Золотые ворота 269
- золотые рудники, Верагуас 305
- зона складчатости 121
- зоны рифтовые 120
- зоны Стремгрена 343
- Зосима З. П. 352
- Зюс Э. 259
- Иберийский полуостров 293
- Ибн Баттута 282
- Игольный, мыс 292
- Ида (астероид) 200
- Иерусалим 267, 268
- Изабелла Кастильская 294

извержение вулкан 76
 известняки 119
 известняковые осадки 147
 извозчик Келлас 333
 излучение Вавилова–Черенкова 341
 излучение реликтовое 84, 191, 241
 излучение Рентгена 343
 измерение долготы 315
 измерение Земли 347
 «Измерение Земли» 114
 измерение межгалактических расстояний 196
 измерение меридиана 346
 измерение размеров Земли 113
 измерение расстояния Земля–Солнце 347
 измерения 353
 Изотов А. А. 115
 Израиль 268
 «Император», корабль 129
 империя Восточная Римская 269
 империя Западная Римская 269
 империя Латинская 279, 280
 империя монгольская 282
 империя Османская 307
 империя Римская 268
 Инд, река 328
 Индеец, созвездие 333
 индейцы 98
 индийская эра Калиюга 328
 Индийский океан 307, 348
 Индигоплов, Козьма 113
 Индия 279, 281–283, 291, 302, 305, 317
 Индостан 121, 146, 305
 индульгенция 273
 инквизиция 294, 351
 Иннокентий 4 280
 Иннокентий 7 294
 Иноходцев, Пётр 318
 инструменты астрономические 344
 интервалы годовые 153
 интерференция, плёнки 73
 интерферометр 234
 «инь» 188
 Ио (спутник Юпитера) 199, 332
 вулканы 204
 Иоанн Монтекорвино 280
 Иоаннисиани 344
 Иоганн Тициус 206, 343
 Иоганн Байер 333, 336
 Иоганн Боде 206, 332, 343
 Иоганн Галле 205, 332
 Иоганн Кеплер 205, 263, 342, 347, 350
 мать 95
 Иоганн Мюллер 349
 Иоганн Энке 338
 Иосиф Флавий 268
 Ирак 306
 Иран 282
 Ирвинг, Вашингтон 311
 Ирландия 288
 Ирод Великий 268
 Ирода храм 268
 иррегулярные галактики 239
 Исида 329, 335
 Исландия 288
 исландцы 288
 Исмей 132
 Испания 163, 293–295, 302, 307
 Испанское королевство 294
 Истанбул 270
 истинный полдень 159

Италия 307
 итальянский язык 285
 Иудейская 1-я война 268
 Иудейская 2-я война 268
 иудейская эра 328
 Иудейское государство 267
 Иудейское царство 268
 Иудея 183, 268, 269
 июль 331

 Йенсен 334
 Йозеф фон Фраунгофер 226, 344

 Кабот, Джон 303, 310
 Кабот, Себастиан 303
 Кабрал 310
 Кабрал, Педру Алвариш 304
 Кагера, река 330
 Кадикс 293, 303
 Каза д'Оро 280
 Каир 266, 292
 Кайенна 114
 календарная реформа Юлия Цезаря 154, 163
 календарь
 365 дней/год 347
 афинский 332
 «Брюсов» 332
 григорианский 155, 164, 331
 лунный 187
 солнечный 353
 юлианский 331
 «эра Джелали» 332
 Каликут 292, 303, 305
 Калифорния 236, 317
 Калиюга, эра индийская 328
 Каллисто 199, 332
 кальций 224

 каменноугольные леса 146
 каменноугольный период 119
 каменные метеориты 219
 каменные хондриты 219
 каменный уголь 119
 камень «Солнечный», «Пяточный» 267
 камертон Хаббла 239
 «Кампания», пароход 128
 Канада 309
 канал Великий (Пекин — Ханьджоу) 282
 «каналы на Марсе» 323
 каналы Скиапарелли 343
 Канарские острова 290, 298, 313
 Канарское течение 298
 Кано, Эль 114, 309
 Канопус 93, 113, 335
 Кантон 305
 порт 281, 282
 Капелла, звезда 93, 335
 «Капитан Немо» 251
 Капица П. Л. 200
 капли 80
 капли воды 76
 Каптейн, Якобус 336, 342
 Каптейна звёздные потоки 342
 Каптейна, звезда 230, 336
 Каракорум 280
 карбон 119, 120
 Кардашев Н. С. 236
 Карибати, флаг 222
 Карл 1 308, 336
 Карл 2 334, 352
 Карл 5 301
 Карл 8 297
 Карл Великий 273
 карлик белый 89, 240, 344
 карлики коричневые 240

Каролина Гершель 337
 Карпини, Джованни 280
 Каррингтон, Ричард 101
 карстовые явления 120
 «Карта лунных гор» 338
 карта магнитных склонений 313
 картезианцы 115
 Картье, Жан 309
 Кассерген 344
 Кассини, Джованни Доменико 115
 Кассини, Жак 115
 Кассиопеи созвездие 340
 Кассиопея 333
 Кассиопея А 263
 Кастилия 290, 348
 Кастилия и Леон, королевство 293
 Кастор, звезда 335
 Китайя, страна 280
 каталог астрономический 339
 Аристилла и Тимохариса 339
 Вольфа 340
 Генри Дрепера (HD) 340
 Гиппарха 339
 Глизе 340
 Крюгера 340
 Росса 340
 Шарля Мессье 339, 346
 Яна Гевелия 334
 Каталония 293
 катастрофа Тунгусская 262
 катафот 76
 Кафа 283
 фактория 283
 Кашмир 281
 квадрант 271
 квадрант Улутбека 271, 349
 квадратурные приливы 127
 квазары 233
 квантовая механика 151
 квантовая телепортация 235
 квантовый формализм 235
 Кейптаун 334
 Келено, звезда 335
 Келлас, извозчик 333
 Кельвин 342
 Кельвина градус 342
 кембрий 156
 Кеплер, Иоганн 205, 263, 342, 347, 350
 мать 95
 Кеплера орбиты 342
 Кеплера сверхновая звезда 340
 Кибальчич Н. И. 346
 Киль, созвездие 113, 334
 Кинг-Вильям, остров 315
 Кир 2 268
 Кирквуд 342
 Кирквуда локи 209, 342
 кислород 142, 144, 146, 224, 225
 кислород жидкий, голубой оттенок 74
 кислород, атмосфера Земли 142
 Кит, созвездие 221
 Китай 80, 98, 113, 188, 279–282, 334, 347
 древний 187
 обсерватория 347
 китайская Великая стена 282
 китайская эра Хуанди 328
 китайские хроники 263
 Кларк Росс, Джеймс 315
 класс спектральный 223
 Клеро теоремы 115

- Клеро, Алексис Клод 115, 215
 Клепшны, созвездие 183
 Клепшня Северная, звезда 184
 Клепшня Южная, звезда 184
 «Книга перемен» 189
 «Книга чудес мира» 281
 Книдский, Евдокс 333
 Ковильян, Педро 292, 301
 «Ковчег Завета» 267
 Ковш Большой Медведицы 97
 Козерог, знак зодиака 180
 Козимо 2 Медичи 351
 Козьма Индикоплов 113
 Койпер 342
 Койпера пояс 208, 342
 Колизей 269
 колобок 81
 Коломбо 285
 колонии викингов 289
 Колумб 284, 288, 295, 304, 305,
 310, 311, 316, 317, 350
 архив 311
 Кольбер 115, 352
 кольца Сатурна 101, 105, 322
 кольцо Эйнштейна 344
 кома метеорная 218
 комет «ловля» 325, 339
 комета
 Биэлы 338
 Биэлы 1846 217
 Большая сентябрьская 1882
 г. 337
 Веста 217
 Галлея 103, 204, 211, 264,
 333, 338
 Галлея, орбита 102, 214
 Галлея, хвост 215, 347
 Гершель 1785 г. 338
 Джакобини-Циннера 338
 Донати 1858 г. 337
 Мешена 1786 г. 338
 наименования 337
 Понса 1818 г. 338
 Хейла-Боппа 204, 216
 Хейла-Боппа 1997 г. 337
 Хиякутаки 1996 г. 337
 Шумейкера-Леви-9 196,
 262, 338
 Шустера 1975 216
 Энке 217, 262, 338
 ядро 204
 деления 217
 наблюдение 211
 «Кометография» 351
 компания Московская 310
 компас 282, 311
 Компас Мореплавателя,
 созвездие 334
 Комптон 342
 Комптона рассеяние 342
 конвективная ячейка 100, 141
 Конская Голова (туманность)
 105
 Константин, император 273
 Константинополь 269, 270,
 279, 283
 захват 283
 координатная сетка, Тихий
 океан 318
 Копенгаген 350
 Коперник 174, 185, 205, 347
 Коперника система 321
 кора земная 78, 120
 кора плавления 219
 кораллы 156
 Кордова 293, 295
 Корея, флаг 188
 Кориолиса сила 123, 139, 202
 коричневые карлики 240
 Корма, созвездие 334

Корнуэллский полуостров 131
 королевство Арагон 293
 королевство Испанское 294
 королевство Кастилия и Леон 293
 королевство Леон 289
 королевство Неаполитанское 293
 корона Солнца 197
 Корреа, Педру 286
 Кортес 307
 космическая пыль 118
 «Космографическая тайна» 205
 космография 278
 космозоев гипотеза 259
 космонавты 75
 Косово поле 283
 Коста-Рика 305
 кости слоновой Берег 291
 Кохаб, звезда 335
 Крабовидная туманность 105, 263, 340
 Красное море 307, 348
 Красное пятно Большое 100, 138
 красное смещение 84, 233
 красные гиганты 223
 Красовский Ф. Н. 115
 Красовского эллипсоид 115
 кратер метеоритный в Аризоне 262
 кратеры лунные 338
 названия 338
 кратные звёзды 102
 кремний 224
 Крепеа С. 236
 крепость Альгамбра 297
 крестоносцы 279
 крещение Руси 164
 кривая Планка 228
 кривые вращения 239
 криптон 225
 кристаллики ледяные 77
 критическая плотность 241, 242
 круг зверей (Зодиак) 182
 Крылов А. Н. 129
 Крым 236, 280, 283
 Крымская астрофизическая обсерватория 352
 Крюгера каталог 340
 Куба 300, 313
 Куббат ас-Сахра, мечеть 269
 «кудэ», телескоп 346
 Кузанский, Николай 347
 «Куин Мэри» 133
 «Куин Элизабет» 133
 Кук, Джеймс 310, 311, 318
 Кукулькан, пирамида 271
 Куликово поле 283
 Кунард 128
 Кунард лайнз 134
 Купол Скалы 269
 Курская магнитная аномалия 314
 кыбла 275
 Кюросао, остров 304
 Лабрадор 288, 303
 Лабрадорское течение 132
 Лавуазье, Антуан 334
 Лагранж 342
 Лагранжа точки 342
 Лазарев 311
 Лайман 342
 Лаймана серия 342
 Лакайль, Никола Луи 334, 339
 Лаокоон 333
 Лапландия 115

Лас-Навас-де-Толоса, битва при 289
 Латинская империя 279, 280
 латинский язык 285
 Лебедев П. Н. 346
 Лев 3, папа 273
 Лев Толстой 337
 Лев, знак зодиака 180
 Левенгук 334
 Леверье, Урбен 205, 322, 333
 Леви Б. 346
 ледники 119, 122
 ледниковые малые эпохи
 средневековья 147
 ледниковый период первый 146
 ледяные кристаллики 77
 Лейф Эйриксон 288
 Лемос 295
 Леон, королевство 289
 Лепанто, битва при 307
 леса каменноугольные 146
 лесной пожар 76
 лестница Потёмкинская 276
 летнее время 161
 летнее солнцестояние 181
 лето 181
 летосчисление византийское 328
 летящая звезда Барнарда 186, 230
 либрация лунная 175, 339
 Ливан 306
 Ливингстон, Давид 330
 Лилио, Луиджи Гаралли 164, 331
 линза гравитационная 105, 241, 344
 линзы очковые 320
 линии Фраунгофера 344
 линия перемены дат 162
 линия Тордесильяс 303
 Лиссабон 286, 290, 301
 литосферные плиты 78, 120
 Ловелл 205
 «ловля» комет 325, 339
 Ломоносов М. В. 317, 346
 Лондон 127, 131, 290, 310, 314
 Лотарингия 310
 Лоху, город 295
 «Лузитания», корабль 128, 133
 Луиджи Лилио Гаралли 155, 164, 331
 Луна 82, 85, 87, 93, 156, 160, 174, 176, 200, 204
 атлас полный 339
 голубой цвет 76
 горы 82, 321
 звёздная величина 177
 кратеры 338
 названия 338
 либрация 175, 339
 «моря» 338
 обратная сторона 86
 орбита 174
 «пепельный» цвет 198
 поверхность 351
 приливное действие 175
 фазы 174
 древние рисунки 328
 форма 174
 Луна-3, автоматическая
 межпланетная станция 86, 339
 лунно-солнечная прецессия 185
 лунное затмение 87, 278, 316
 лунные приливы 156
 лунный календарь 187
 лунный месяц 87

лучевые скорости звёзд 150,
230, 239, 352

«лучистые» звёзды 96

Львов Горы 291

львы 145

Людвик 1 Кроткий
(Благочестивый) 214

Людвик 9 280

Людвик 11 286

Людвик 14 115, 352

люки Кирквуда 209, 342

Лютер 273

«Мавритания», корабль 129

Мавритания, флаг 222

мавры 290, 293

Магеллан 114, 307, 308, 316,
337

Магелланово Облако Большое
232

Магелланово Облако Малое
232

Магеллановы облака 337

магний 224

магнитная аномалия Курская
314

магнитное поле Земли 313

магнитное склонение 313

магнитные бури 314

магнитные полюса 313

магнитный полюс северный,
открытие 315

магнитных склонений карта
313

магнитосфера Земли 314

Магомета гроб 92

Мадагаскар остров 292

Мадейра, остров 290

Майданак, гора 97

Майер, Тобиас 352

майя 307

Майя, звезда 335

Макао, город, порт 306

Макс Планк 235, 343

Максутов Д. Д. 344, 346

Мактан, остров 309

Малави, флаг 222

Малага, город 296

Малайский полуостров 305

Малакка 305

Малое Магелланово Облако
232

Малые Антильские острова
302

малые ледниковые эпохи
средневековья 147

малые планеты 352

малые спутники Юпитера 332

Мальдивы, флаг 222

Мальцов, Н. С. 352

Мамай 283

мамлоки 306

мандала 270

мантия 99, 120, 122

«Манджи», страна 288

Мануэл 1 307

марганец 224

Марианские острова 121, 308

Марианский желоб 116, 121

Марин Тирский 287

Мариус С. 332, 333

Маркаряна галактики 342

Марко Поло 281, 286

«Марко-миллион» 281

Марокко 282

марраны 294

Марс 76, 93, 103, 104, 114, 122,
157, 176, 199, 204, 206

атмосфера 138

гора Олимп 204

полярная шапка 196
 спутники 200
 Мартин Алонсо Пинзон 297
 Мартин Бехайм 293
 марседоний 154, 163
 Марчена, Хуан Перес 295
 Маскелайн, Невил 317
 масса 91
 масса атмосферы Земли 142
 масса Джинса 341
 масса звезды 223
 масса скрытая 238
 массы предел Чандрасекара 344
 Матвеевко Л. И. 236
 материки 99
 Мауна-Кеа, вулкан 103, 121
 маундеровский минимум
 солнечных пятен 147
 Маффео Поло 280
 маятник Фуко 202, 346
 маятника замедление 114
 МГУ, Главное здание 274
 Меандр река 123
 меандрирование 123
 Мегрец, звезда 99
 Медведица Большая 97
 «Медичейские звёзды» (спутники
 Юпитера) 322, 351
 Медичи, Фердинандо 350
 межгалактические расстояния,
 измерение 196
 Международный
 астрономический
 конгресс 160
 Международный
 астрономический союз
 332, 335
 межзвёздное пространство 238
 межледниковый период 327
 Мекка 275, 316
 Мексика 271, 309
 мел (осадочная порода) 120
 меловой период 120, 147
 Мендос, Педро Гонсалес 295
 Менезиш, Педру 292
 менисковый телескоп 346
 мера градусная 353
 Мерак (β) («поясница»), звезда
 335
 Мерак, звезда 99
 меридиан Гринвичский 274
 меридиан папский 302
 меридиана измерение 346
 меридианы, географические
 карты 113
 Меркурий 93, 94, 157, 199,
 200, 206, 209
 Мeroпа, звезда 335
 Мертон, Стенли Генри 330
 мерцание звёзд 96
 Месопотамия 261, 306
 Мессье Шарля каталог 339,
 346
 Мессье, Шарль 337
 месяц лунный 87
 месяц синодический 156
 «металлические» звёзды 224
 метан 204
 метанобактерии 255
 метеор 218
 метеорит 218
 метеоритный кратер в Аризоне
 262
 метеориты 341
 железные 219
 каменные 219
 метеорная кома 218
 метеороид 218
 метеороиды 209

- Метис 176
 Метон 332
 «метонов цикл» 332
 механика квантовая 151
 мечеть 316
 мечеть Куббат ас-Сахра 269
 Мечеть на Поклонной горе 275
 Мечеть Омара 269
 Мешена 1786 г. комета 338
 Мёбиус К. 259
 Ми Г. 76
 Ми теория 76
 Микеланжело Буонаротти 273
 Микронезия, флаг 221
 микроскоп 320
 Микроскоп, созвездие 334
 Милетский, Фалес 112
 мини чёрные дыры 241
 минимум солнечных пятен маундеровский 147
 минута угловая 353
 «Мир», орбитальная станция 193
 Мира́ (удивительная — долгопериодическая переменная), звезда 335
 михраб 275, 316
 Мицар (ζ) («конь»), звезда 99, 335, 336
 млекопитающие 146, 156
 Млечный Путь 102, 231, 232, 321
 радиоизлучение 346
 МММ 250
 Мозамбик 292
 Моклин, город 295
 молекула C_2 217, 226
 Молуккские острова 305, 308
 Молуккский пролив 281
 монастырь
 Санта-Мария-да-Рабида 295
 монастырь св. Стефана 295
 монголы 279, 281
 монгольская империя 282
 Монис де Палестрелло, Фелипа 286
 Монтекорвино, Иоанн 280
 Мопертюи, Пьер 115
 море Красное 307, 348
 море Саргассово 299
 море Чёрное 283
 море Эгейское 307
 Мореплаватель, Генрих 290
 мореходы древние 348
 Мориа, гора 268
 морские беспозвоночные 156
 морской узел 128
 морской хронометр 352
 «моря» лунные 338
 Москва 274, 275
 Московская компания 310
 Московского университета обсерватория 352
 Мркос, Антонин 337
 Музей Александрийский 348
 музей Улугбека 349
 Мунке, хан 280
 Мусейон 113
 мусульмане 316
 Мухаммед 269
 мыльные пузыри 81
 мыс Бохадор 290, 302
 мыс Бурь 293
 мыс Горн 308
 мыс Доброй Надежды 293
 мыс Зелёный 290
 мыс Игольный 292

мыс Св. Брандана 292
 Мыса Зелёного острова 291, 302
 Мэнгу-хан 280
 Мюллер, Иоганн 349
 наблюдение газопылевых туманностей 196
 наблюдение поверхности Плутона 196
 наблюдение ядра кометы 211
 Навигацкая школа 346, 352
 Навидад, форт 302
 Надежды Доброй мыс 293
 названия звёзд
 арабские 335
 греческие 335
 древние 335
 названия лунных кратеров 338
 названия южных созвездий 333
 наибольший перепад высот 116
 наклон эклиптики 347
 Намиб 292
 Нань Гун-шо 113
 Народная, гора 122
 Насос, созвездие 334
 натрий 224
 натяжение поверхностное 80
 начало радиоастрономии 346
 Неаполитанское королевство 293
 Неаполь 285
 небесная сфера 347, 353
 «Небесный замок» 350
 небо 74
 голубой цвет 73
 Невил Маскелайн 317
 Невольничий берег 291
 негры 290
 неинерциальная система координат 201
 нейтральное рассеяние 76
 нейтрино 343
 реликтовые 241
 солнечные 241
 нейтронные звёзды 89, 105
 неоднородности атмосферные 96
 неолитическая революция 182, 327
 неон 142, 224
 неопределённости принцип Гейзенберга 235
 Непал, флаг 222
 неподвижные звёзды 203
 Нептун 101, 104, 157, 199, 205, 206, 342
 орбита 207
 первое наблюдение 322
 спутники 176
 Нерон 269
 Нерона цирк 272
 Несмит 344
 неустойчивость Джинса 341
 неустойчивость Рэля–Тейлора 343
 нефть 119
 Нехо, фараон 330, 348
 нижняя тропосфера 137
 изменчивость Западно-Сибирская 122
 Никарагуа 305
 никелистое железо 219
 никель 224
 Никея 163, 270
 Никитин, Афанасий 283
 Никколо Поло 280

- Никола Луи Лакайль 334, 339
 Николай 1 274, 276, 352
 Николай 5, папа 290
 Николай Кузанский 347
 Николсон 333
 Никополь, город 283
 Нил, река 145, 266, 328
 разлив 163, 328
 Нил Белый 330
 Нил Голубой 330
 нитрифицирующие бактерии 255
 Новая Зеландия, флаг 221
 «Новая теория планет» 349
 новолуние 87, 127
 «Новые астрономические
 таблицы» 349
 «Новые таблицы Луны и
 Солнца» 352
 «Новый Альмагест» 338
 Новый Свет 128, 132, 289, 309
 понятие 310
 новый стиль 164
 Нормандия 133
 Нубийская пустыня 330
 Нуньес, Васко Бальбоа 307
 Нью-Йорк 127, 131
 Ньютон И. 73, 185, 225, 324,
 344
 Ньюфаундленд 288, 303
 Нюрнберг 316, 349
 Нюрнбергская обсерватория
 347, 349
 «О небе» 112, 288
 «О свете от неба, его
 поляризации и цвете»
 74
 «О собственном движении
 Солнца» 150
 «Об обращении небесных сфер»
 205
 обелиск из Гелиополя 272
 облака грозовые 137
 облака Магеллановы 337
 облака, цвет 76
 облако Оорта 337, 343
 облачность 139
 обозначения звёзд в созвездиях
 336
 образование ГАИШ МГУ 346
 обратная сторона Луны 86
 обратные спутники планет
 101, 176
 обсерватория 347
 Афинская 338
 Гданьская 347
 Гринвичская 317, 334, 352
 Китай 347
 Крымская астрофизическая
 352
 МГУ, основание 346
 Московского университета
 352
 Нюрнбергская 347, 349
 Парижская 352
 Птолемея 335
 Пулковская 352
 Симеизская 352
 Улугбека 272
 Энгельгардтовская,
 основание 346
 объектив 96
 объекты Хербига-Аро 344
 Овен, знак зодиака 180
 Овен, созвездие 183
 Одесса 276
 Одорик 282
 озеро Байкал 121
 озеро Виктория 330

- озон жидкий, синий цвет 74
- океан Атлантический 312
- океан Индийский 307, 348
- океан Тихий 100, 121, 307, 308, 318
- океаны, формирование 146
- октант 271
- оледенение 145, 147
- Олимп, вулкан 103
- Олимп, гора (на Марсе) 122, 204
- «Олимпик», корабль 129
- Ольберс 342
- Ольберса парадокс 342
- Омар Хайям 332
- Оноре Флержер 337
- Оорт 343
- Оорта облако 337, 343
- Опарин А. И. 259
- определение долготы, часы 351
- оптическая толща 202
- орбита Земли 86
- орбита кометы Галлея 214
- орбита Луны 174
- орбита Нептуна 207
- орбита Плутона 207
- орбиты Кеплера 342
- орда Золотая 283
- Ориноко, река 303
- Орион, созвездие 333
- Ориона Туманность 105
- Ормуз, город 281, 292, 305
- осадки 139
- осадки атмосферные 119
- горы 122
- осадки известняковые 147
- осадочные породы 118
- осеннее равноденствие 86
- Осирис 333
- Осман 283
- Османская империя 307
- основание обсерватории МГУ 346
- основание Энгельгардтовской обсерватории 346
- остров
 - Ватлинг 299
 - Вен 350
 - Гаити 300, 313
 - Кинг-Вильям 315
 - Кюросао 304
 - Мадагаскар 292
 - Мадейра 290
 - Мактан 309
 - Порту-Санту 286
 - Пуэрто-Рико 302
 - Сан-Сальвадор 299
 - Таити 318
 - Тринидад 303, 304
 - Ферро 311
 - Ява 270
 - Ямайка 302, 317
- острова
 - Азорские 290, 301
 - Багамские 299
 - Балеарские 293
 - Бермудские 313
 - Гавайские 104, 121
 - Зелёного Мыса 291, 302
 - Канарские 290, 298, 313
 - Малые Антильские 302
 - Марианские 121, 308
 - Молуккские 305, 308
 - Парусов 308
 - Пряностей 305, 308, 309
- отбеливания эффект 75
- Отероп, Жан Шапп 317
- открытие атмосферы Венеры 346

открытие давления света 346
открытие северного магнитного
 полюса 315
открытие Урана 346
относительное сжатие планет
 104
отражение полное внутреннее
 76
«Оушеник» 128
Охеда, Алонсо 303, 310
очковые линзы 320

ПАВ 81
Павийский университет 285
Падающий орёл, созвездие 336
Падуанский университет 350
Падуя, город 264
Пакистан, флаг 222
палеолит 328
палеоцен 156
Палестина 261, 268, 282, 306
Палестрелло, Фелипа Монис
 286
Палос, город 297, 298, 301
Памир 281
Панама 305
Панамский перешеек 307
Пангея, материк 99
панспермия 259
Пантеон Парижский 346
папский меридиан 302
Папуа Новая Гвинея, флаг
 221
парад планет 263
парадокс Ольберса 342
парадокс Эйнштейна—
 Подольского—Розена
 237
паралакс годичный 230

параллели, географические
 карты 113
Париа, залив 303
Париж 114
Парижская академия наук
 114, 317
Парижская обсерватория 352
Парижский Пантеон 346
парниковый эффект 146, 147
парус солнечный 191
Паруса, созвездие 334
Парусов острова 308
Парфия 279
пассаты 100, 137
Пастер Л. 256
Пасха 163
Пасхалии 270
Пашен 343
Пашена серия 343
Педро Гонсалес де Мендос 295
Педро де Ковильян 292
Педру Алвариш Кабрал 304
Педру ди Менезиш 292
Педру Корреа 286
Пекин 281
 христианская миссия 280
пекулярные скорости звёзд
 230
пельмени 81
Пенджаб 114
пенопласт 106
первая радиолокация Венеры
 346
первичная водородно-гелиевая
 атмосфера 146
первые созвездия 328
первый ледниковый период
 146
первый телескоп 320
Перевощиков Д. М. 352

перемена года 163
 перемены дат линия 162
 перепад высот наибольший 116
 Перес А. 236
 Перес, Хуан де Марчена 295
 Пересыпь 276
 перешеек Панамский 307
 период вращения Венеры 201
 период вращения планет 104
 период каменноугольный 119
 период ледниковый первый 146
 период межледниковый 327
 период меловой 120, 147
 период сидерический 203
 период синодический 203
 период юрский 120
 пермь (геол. период) 156
 «Пернатый Змей» 271
 Перрайн 333
 Персей 333
 Персидский залив 305, 307
 Персия 281, 283, 306
 перспектива (телескоп) 338, 350
 Перу 115, 309
 Перуджа, город 155, 164, 331
 песчинки 80
 Петрус Пилат 155, 164, 331
 Печь, созвездие 334
 Пётр 1 155, 164, 257, 273, 346, 352
 Пётр Иноходцев 318
 Пиачци 206, 346
 Пизанская башня 350
 Пизанский университет 350
 Пикар, Жан 114, 346
 Пикеринг 205, 343
 Пикеринга шкала 343
 Пилат, Петрус 155, 164, 331
 Пинзон, Мартин Алонсо 297
 пирамида Джосера 328
 пирамида Кукулькан 271
 пирамиды египетские 182, 185
 Писарро 309
 Пифагор 112
 плавание вокруг Африки 330, 348
 плавления кора 219
 «плавучие острова» 286
 планет относительное сжатие 104
 планет период вращения 104
 планет полярный радиус 104
 планет экваториальный радиус 104
 планета 93
 планета Нептун 333
 планета Уран 332
 планеты 203
 малые 352
 спутники 199
 Планк, Макс 235, 343
 Планка закон 235, 343
 Планка кривая 228
 плато Гиза 266
 платформа Русская 122
 Плейона 335
 Плеяды 335, 336
 плёнки, интерференция 73
 Плиний 181, 278, 285, 286
 плиты литосферные 78, 120
 плотина Асуанская 329
 плотность вакуума 242
 плотность критическая 241, 242
 Плутон (планета) 157, 192, 199, 200, 205, 206, 208

- наблюдение поверхности 196
- орбита 207
- Плутон–Харон 175
- поверхностная яркость 325
- поверхностное натяжение 80
- поверхностные течения 100
- поверхность Венеры 201
- поверхность Луны 351
- Погсон Н. Р. 93
- Погсона число 93
- «Подарок созерцающим о
диговинках городов и
чудесах путешествий» 282
- пожар лесной 76
- «Поклонение волхвов», фреска 264
- «Покрывающее небо» 113
- полдень истинный 159
- поле Косово 283
- поле Куликово 283
- поле магнитное Земли 313
- полёт Юрия Гагарина 346
- Поллукс, звезда 335
- полное внутреннее отражение 76
- полнолуние 87, 127
- полный атлас Луны 339
- Поло, Марко 281, 286
- Поло, Маффео 280
- Поло, Никколо 280
- полость Роша 104, 343
- полосы на Юпитере 138
- полумесяц, символ ислама 222
- полуостров Бутия 315
- полуостров Иберийский 293
- полуостров Корнуэллский 131
- полуостров Малайский 305
- полос северный магнитный,
открытие 315
- полос Южный 147
- полоса магнитные 313
- поляризация 74
- Полярная звезда 186, 312, 335
- полярная шапка Марса 196
- полярные сияния 315
- полярный радиус Земли 115
- полярный радиус планет 104
- Помпей 268
- Помпоний 285
- Понс, Жан 337
- Понса 1818 г. комета 338
- породы осадочные 118
- Порту-Санту, остров 286
- Португалия 277, 289, 294, 295,
302, 303, 305, 307
- Португальское графство 289
- португальцы 307
- Посейдон 333
- Посидоний 113
- последовательность главная
звёзд 223
- постоянная Хаббла 84, 243
- потенциальный барьер 151
- Потёмкинская лестница 276
- потоки Каптейна звёздные 342
- пояс Альпийско-Гималайский 121
- пояс астероидов 206
- пояс Гулда 341
- пояс Койпера 208, 342
- пояса часовые 160
- поясное время 160
- правило Тициуса–Боде 343
- Прага 350
- предел массы Чандрасекара 344
- предел Роша 343

предел Чандрасекара 240
 преломление 76
 прецессия 347
 вращения Земли 184
 лунно-солнечная 185
 приливная сила 127, 203
 приливное возмущение 85
 приливное действие Луны 175
 приливные эффекты 207, 229
 приливы 117, 160, 203
 залив Фанди 127
 земные на Венере 203
 квадратурные 127
 лунные 156
 разностные 127
 сизигийные 127
 принцип неопределённости
 Гейзенберга 235
 Проксима Центавра, звезда
 230, 336
 пространство межзвёздное 238
 противостояние 93, 95
 протон 151
 протопланетные диски 196
 прохождение Венеры по диску
 Солнца 317
 процесс Урка 343
 Процион, звезда 93, 335
 «Прусские таблицы» 347
 прямое восхождение 354
 Пряностей острова 305, 308,
 309
 Пряностей путь 281
 Птолемей 183, 185, 205, 285,
 287, 348
 Птолемей 1 Сотер 348
 Птолемей 3 Эвергет 333
 Птолемея обсерватория 335
 Птолемея таблицы 293, 349
 пузыри мыльные 81
 Пулковская обсерватория 273,
 352
 пульсар 263
 Пурбах 349
 пустыня 76
 пустыня Нубийская 330
 пустыня Синджар 113
 путь Великий шёлковый 279
 путь Пряностей 279, 281
 Пуэрто-Рико, острова 302
 радиотелекоп 323
 пыль космическая 118
 пыльная буря 76
 Пьер Бугер 115
 Пьер Мопертюи 115
 пятна солнечные 101, 226, 229,
 321, 341, 347
 минимум маундеровский 147
 пятно Большое Красное 100,
 138
 пятно дифракционное 96
 «Пяточный» камень 267
 равноденствие 158, 181
 весеннее 86
 осеннее 86
 радиан 353
 «Радиоастрон» 322
 радиоастрономия 200, 321
 начало 346
 радиоинтерферометр 322
 со сверхдлинной базой 236
 радиолокация 200
 радиолокация Венеры первая
 346
 радиотелескопы 236
 радиус планет полярный 104
 радиус планет экваториальный
 104
 радиус полярный Земли 115

радиус экваториальный Земли
 115
 радуга 76, 228
 разлив Нила 163, 328
 размеры Земли, измерение 113
 разностные приливы 127
 разрешение угловое 234, 321
 Райе 341
 Райкин А. 246
 Рак, знак зодиака 180
 Рака тропик 290, 298
 Рамсес 3 267
 Рас Альгети, звезда 336
 рассеивающие частицы 75
 рассеяние атмосферное 89
 рассеяние Комптона 342
 рассеяние нейтральное 76
 рассеяние релеевское 75
 рассеянный свет 74
 расстояние Земля–Солнце,
 измерение 347
 расстояния межгалактические,
 измерение 196
 растения древовидные 119
 растения хвойные 146, 156
 Рауди (Рыжий), Эйрик 288
 Рафаэль 273
 реактивный аппарат 346
 реакции термоядерные 89, 224
 реакции ядерные 151
 революция Английская 336
 революция неолитическая 182,
 327
 Региомонтан 316, 347, 349
 Регул, звезда 336
 Резец, созвездие 334
 резонанс гравитационный 85,
 157, 209
 Рейгольд 347
 Рейнер Исидор 132
 рек русла 139
 река 119, 123
 Амазонка 304
 Ганг 328
 Евфрат 113, 328
 Инд 328
 Кагера 330
 Меандр 123
 Ориноко 303
 Тибр 272
 Тигр 113, 328
 Хуанхэ 328
 Хуанхэ, Хуайхэ и Янцзы
 282
 Янцзы 281, 328
 реконкиста 289, 293, 297
 «Рекс», корабль 133
 релеевское рассеяние 75
 реликтовое излучение 84, 191,
 241
 реликтовые нейтрино 241
 Рентген 343
 Рентгена излучение 343
 Ренье 285
 рептилии 146
 республика Венецианская 350
 рефлектор 326
 реформа календарная Юлия
 Цезаря 154, 163
 Реформация 273
 рефрактор 326
 Ригель, звезда 93, 336
 Рим 268, 269, 272, 280, 334
 Рим Древний 154, 163, 279
 Римская империя 268
 Восточная 269
 Западная 269
 Рио-де-Жанейро 305
 рисунки фаз Луны древние
 328

рифтовые зоны 120
 Рихтер Г. 259
 Ричард Каррингтон 101
 Ричи-Кретъен 344
 Риччоли, Джованни Батиста 338
 Рише, Жан 114
 Роберт Бойль 334
 Родос 307
 Романов Ф. Н. 169
 Росс, Джеймс Кларк 315
 Росс, Джон 315
 Россса каталог 340
 Роулендс Джон 330
 Рош 343
 Роша полость, предел 104, 343
 РСДБ 236
 Рубрук 280
 Рубрук, Гильом 280
 Рудольф 2 350
 Рудольфовы таблицы 350
 Руй Фалейру 307, 308
 Руси крещение 164
 русла рек 139
 Русская платформа 122
 Русь 164
 Рыбы, знак зодиака 180
 Рыжий (Рауди), Эйрик 288
 Рэлей 74, 75, 343
 Рэлея–Тейлора неустойчивость 343
 Саламанка, город 295
 Самарканд, город 97, 271, 272, 349
 обсерватория 349
 Самоа, флаг 221
 самолёт 77
 Сан-Жоржи-да-Мина, порт 286
 Сан-Марко, собор 280
 Сан-Сальвадор, остров 299
 Сангриш, город 290
 Санкт-Петербург 273, 317
 Санрику, город 79
 Санта-Крус, Земля 305
 Санта-Мария-да-Рабида, монастырь 295
 сантиметровый диапазон 201
 Сарагоса, город 296, 309
 Сарай, город 280
 Саргассово море 299
 Сатурн 93, 101, 104, 157, 199, 206, 215
 кольца 101, 105, 176, 322
 Саудовская Аравия 275
 Саутгемптон, порт 130, 131
 Сахара 145, 290
 Сванте Аррениус 259
 сверхновая звезда 89, 223, 262, 340
 Кеплера 340
 Тихо Браге 340
 свет рассеянный 74
 света давление, открытие 346
 светимость звёзд 228
 светимость Эддингтона 344
 световое давление 191, 227
 световой горизонт Вселенной 84, 244
 светосила 325
 Святого Петра Собор 272
 Святой Софии собор 270
 Себастиан Кабот 303
 Северная Америка (туманность) 105
 Северная Клепшня, звезда 184
 северный магнитный полюс, открытие 315
 Севилья 293, 296

сезоны года 180
 Сейферт 343
 Сейферта галактики 343
 секстант 271
 секунда 159
 секунда угловая 353
 «Селенография, или описание Луны» 338, 351
 Селим 1, султан 306
 сельджуки 283
 Сенека 286
 сера 224
 Сербия 283
 Сервантес 294
 серия Бальмера 340
 серия Лаймана 342
 серия Пашена 343
 серобактерии 255
 сероводород 255
 Сет 182
 Сетка, созвездие 334
 Сеута, порт 290
 сжатие относительное планет 104
 сжатие экваториальное Земли 116
 Сиань 281
 Сибирь 81
 сидерический год 153
 сидерический период 203
 Сиена (Асуан), город 113
 сизигийные приливы 127
 сила Архимеда 92
 сила Кориолиса 123, 139, 202
 сила приливная 127, 203
 Сильвестр 1, папа 163, 270
 Симеиз 236
 Симеизская обсерватория 352
 Синджар, долина, пустыня 113, 348
 сине-зелёные водоросли 144
 Синедрион 268
 синодический месяц 156
 синодический период 203
 «Сипанго» 286
 Сириус (сияющая, Исида, собачка, каникула), звезда 93, 163, 329, 335
 спутник 240
 Сирия 282, 306
 система гелиоцентрическая 350
 система координат неинерциальная 201
 система Коперника 321
 система Солнечная 150, 199, 205
 система телескопов VLT 322
 «Сити оф Парис», корабль 128
 сияния полярные 315
 Скалигер, Жозеф 328, 331
 Скарпьяриа, Джакомо Анжело 285
 скачок Бальмера 341
 Скиапарелли каналы 343
 Скиапарелли, Джованни 323, 343
 «Скиния Завета» 267
 складчатости зона 121
 склонение 354
 склонение магнитное 313
 склонений магнитных карта 313
 скорости лучевые звёзд 150, 230, 239, 352
 скорость ветра 137
 скорость звука 138
 скорость собственного вращения Венеры 203
 Скорпион, знак зодиака 180

Скорпион, созвездие 183
 скрытая масса 238
 Скульптор, созвездие 334
 слоновой кости Берег 291
 смерч 137
 смещение Вина 341
 смещение доплеровское 84
 смещение красное 84, 233
 смещение Хаббла 344
 Смолуховский М. 75
 Снеллиус, Виллеброрд 114
 собирающая способность 322
 собор 1-й Вселенский 270
 собор Сан-Марко 280
 Собор Святого Петра 272
 собор Святой Софии 270
 собственное движение звёзд 186
 современные созвездия 335
 созвездие 221, 333, 351
 Андромеды 232
 Близнецы 333
 Большая Медведица 97, 98, 221
 Весы 183
 Волосы Вероники 333
 Геркулес 150, 221
 Гидра 221
 Дева 221, 333
 Дуб Карла 334
 Живописец 334
 Змееносца 180, 340
 зодиакальные 179, 180, 333
 Индеец 333
 Кассиопеи 340
 Киль 113, 334
 Кит 221
 Клешни 183
 Компас Мореплавателя 334
 Корма 334
 Микроскоп 334
 Насос 334
 обозначения звёзд 336
 Орион 333
 Падающий орёл 336
 Паруса 334
 первые 328
 Печь 334
 Резец 334
 Сетка 334
 Скорпион 183
 Скульптор 334
 современные 335
 Столовая Гора 334
 Стрелец 231
 Телескоп 334
 Телец 263
 Часы 334
 Щит 334
 южные, названия 333
 Южный Крест 221
 Созиген 154, 163, 331
 Солдая 280
 Солдая (Судак), город 280
 Солнечная система 150, 199, 205
 движение 186
 солнечное затмение 174, 197
 солнечные нейтрино 241
 солнечные пятна 101, 226, 229, 321, 341
 маундеровский минимум 147
 солнечный ветер 314
 солнечный календарь 353
 «Солнечный» камень 267
 солнечный парус 191
 Солнце 82, 93, 104, 149, 151, 226, 229–231, 347
 апекс 150

восход 222
 вращение 101
 голубой цвет 76
 зелёный оттенок 76
 корона 197
 прохождение Венеры по
 диску 317
 пятна, вращение 347
 цвет 75
 Солнце–Земля, измерение
 расстояния 347
 Солнце–Осирис 182
 солнцестояние зимнее 181
 солнцестояние летнее 181
 Соломона Храм 267
 Солсбери, город 163, 184, 267
 сотворения мира 328
 Сотис (богиня) 163, 329
 Сотис цикл 154
 Софала, порт 292
 Софии Святой собор 270
 спекл-интерферометрия 321
 спеклы 96
 спектр галактик 84
 спектральный анализ 73, 225,
 324
 спектральный класс 223
 спектрометрия 324
 Спика, звезда 182, 335
 сплюснутость Земли 115
 способность собирающая 322
 спутник Ганимед 332
 спутник Европа 332
 спутник Ио 332
 спутник Каллисто 332
 спутник, торможение 192
 спутники астероидов 200
 спутники Галилеевы (Юпитера)
 322, 332
 спутники Марса 200
 спутники обратные 176
 спутники планет 199
 спутники планет обратные 101
 спутники Юпитера 317, 322
 малые 332
 Средиземноморье 334
 средняя эклиптика 180
 сталагмиты 120
 сталактиты 120
 Стамбул, город 269
 стандарты частоты 160
 стена Великая китайская 282
 Стена Плача 269
 Стенли Генри Мертон 330
 Стеропа, звезда 335
 Стефана св. монастырь 295
 стоковый ветер 137
 столбы Геркулесовы 290, 348
 Столовая Гора, созвездие 334
 Стоунхендж 163, 184, 266, 347
 Страбон 285
 страна Китая 280
 страна «Манджи» 288
 стратосфера 137
 Стрелец, знак зодиака 180
 Стрелец, созвездие 231
 Стремгрена зоны 343
 струйные течения 137
 субдукция 121
 Суворов А. В. 276
 Судак, город 280, 283
 Венецианское консульство
 280
 Сулейман 1, султан 306
 сумерки гражданские 161
 Сурож (Судак), город 283
 сутки 158
 сутки венерианские 203
 сутки земные 175
 сфера небесная 347, 353

сфера Шварцшильда 344
сферическая форма Земли 112
Сфинкс Большой 266
США 236
Сычуань 281
Сьерра-Леоне 291

таблицы Альфонсовы 293, 349
таблицы Птолемея 293, 349
таблицы Рудольфовы 350
«Таинственный остров» 251
Таити, остров 318
Тайгета, звезда 335
тайфун 137, 140, 141
Талавера, Фернандо 295
Танжер, порт 282
Тебриз, порт 281
Тейлор 343, 344
телепортация квантовая 235
indexentryтелескоп93, 96,
317, 320, 325
«кудэ» 346
менисковый 346
первый 320
Хаббла 195
Телескоп, созвездие 334
Телец, знак зодиака 180
Телец, созвездие 263
Телец-Апис 182
Темза, река 130
температура 225
Теночтитлан, город 307
тень земная 87
Теон 348
теоремы Клеро 115
теория эфирных вихрей
Декарта 114
теплокровные 147
термоядерные реакции 89, 224
технеций 224

течение Гренландское 132
«течение западных ветров» 100
течение Канарское 298
течение Лабрадорское 132
течения поверхностные 100
течения струйные 137
Тибет 281
Тибр, река 272
Тигр, река 113, 328
Тимохариса и Аристилла
каталог 339
Тимур, хан 272, 349
Тирский, Марин 287
Тит, император 268, 269
Титан (спутник) 199
«Титаник», корабль 127, 129,
131, 133
Тихий океан 100, 121, 307,
308, 318
координатная сетка 318
Тихо Браге 263, 350
Тихо Браге сверхновая звезда
340
Тициус, Иоган 206, 343
Тициуса–Боде закон (правило)
206, 343
Тобиас Майер 352
Тобольск, город 317
Тоledo, город 293, 295, 348
Толстой, Лев 337
толща оптическая 202
Том Шейзл 133
Томбо 205
Томсон 342
Тордесильяс, город 302
Тордесильяс, линия 303
Торквемада 294
торможение спутника 192
Тоскана 350
Тосканелли 286

точка самая глубокая 121
 точки Лагранжа 342
 Тринидад, остров 303, 304
 Тритон (спутник Нептуна) 101, 199
 тропик Рака 290, 298
 тропический год 153, 158
 тропосфера верхняя 137
 тропосфера нижняя 137
 туманностей газопылевых
 наблюдение 196
 туманность 105
 Андромеды 232, 239, 340
 Конская Голова 105
 Крабовидная 105, 263, 340
 Ориона 105
 Северная Америка 105
 Угольный Мешок 232
 Тунгусская катастрофа 262
 Тунис 285
 туннельный эффект 151
 Тур Хейердал 100
 турбулентное движение 75
 турки 270, 283, 306, 334
 Туркомания 281
 Турция 283, 307
 Тырново, город 283
 тюрки 279
 Тяньшань, город 80

 углеводороды 119
 углекислый газ 142, 146
 углерод 224
 углеродно-азотная вторичная
 атмосфера 146
 «углеродные» звёзды 225
 угловая минута 353
 угловая секунда 353
 угловое разрешение 234, 321
 угол фазовый 178
 угол часовой 354
 угол, градусная мера 353
 уголь каменный 119
 Угольный Мешок, туманность 232
 ударная волна 138, 218
 узел морской 128
 Улутбек 271, 339, 349
 Улутбека квадрант 271, 349
 Улутбека музей 349
 Улутбека обсерватория 272
 университет Павийский 285
 университет Падуанский 350
 университет Пизанский 350
 университета Московского
 обсерватория 352
 Ур, город 183, 185
 ураган 137, 140
 Уральский хребет 122
 Уран (планета) 104, 157, 199,
 205, 206, 332
 открытие 346
 спутники 176
 «Ураниенбург» 350
 «Уранометрия» 333, 336
 Урбен Леверье 205, 322, 333
 Урка процесс 343
 уширение Доплера 342

 Фабрициус Д. 340, 347
 фазовый угол 178
 фазы Венеры 95, 321
 фазы Луны 174
 древние рисунки 328
 Фалейру, Руй 307, 308
 Фалес Милетский 112
 Фанди, залив 117
 приливы 127
 Фарадей 344
 Фарадея эффект 344

- фараон Нехо 330, 348
 «Фатерланд», корабль 129
 Фаэтон 209
 Феба 101
 Фекда (γ) («бедро»), звезда 99, 335
 Фелипа Монис де Палестрелло 286
 Феодосия, город 283
 Фердинанд 351
 Фердинанд Арагонский 294
 Фердинандо Медичи 350
 Фернан Магеллан 307
 Фернандо де Талавера 295
 Фернандо Колумб 286
 Фернель, Жан 114
 Ферро остров 311
 фигуры видманштеттеновы 219, 341
 Физо 342
 Филарет, патриарх 169
 Филипп 2 Испанский 352
 Филиппины 308
 флаг 222
 филистимляне 268
 финикийцы 348
 Флавиев Амфитеатр 269
 Флавий, Иосиф 268
 флаг
 Австралия 221
 Аляска 221
 Антигуа и Барбуда 222
 Бразилия 221
 Карибати 222
 Корея 188
 Мавритания 222
 Малави 222
 Мальдивы 222
 Микронезия 221
 Непал 222
 Новая Зеландия 221
 Пакистан 222
 Папуа Новая Гвинея 221
 Самоа 221
 Филиппины 222
 Флемстид, Джон 334
 Фложерг, Оноре 337
 Флоренция, город 286, 351
 Флорида 313
 флуктуации 75
 Фобос (спутник Марса) 103, 176, 200
 Фомальгаут, звезда 336
 фонтан 81
 форма Луны 174
 формализм волновой 234
 формализм квантовый 235
 формирование Земли 146
 формирование океанов 146
 форт Навидад 302
 фосфор 225
 фотон 235
 фоторедуцирующие бактерии 255
 фотосинтез 120, 143, 253, 255
 фотосфера 226
 фотоэффект 235
 Франциск 1, король 309
 Франциско де Бобадилл 303, 304
 Франция 161, 280, 283, 286, 300
 Французская академия наук 115
 Фраунгофер, Йозеф 226, 344
 Фраунгофера линии 344
 фреска «Поклонение волхвов» 264
 Фридрих 2, король 350
 Фридрих Бессель 115

- Фуко маятник 202, 346
 Фуко, Жан 346
- Хаббл, Эдвин 239
 Хаббла закон 84
 Хаббла камертон 239
 Хаббла постоянная 84, 243
 Хаббла смещение 344
 Хаббла телескоп 195
 Хайям, Омар 332
 халифат Багдадский 279
 Хаммурапи 159
 Ханбалык (Пекин), город 281
 Хапи 329
 Харон 200, 208
 Харрисон, Джон 352
 хвойные растения 146, 156
 хвост кометы Галлея 215, 347
 Хейердал, Тур 100
 Хейла-Боппа комета 204, 216
 1997 г. 337
 Хейфорд, Джон 115
 хемосинтез 255
 Хербига-Аро объекты 344
 Хиякутаки 1996 г. комета 337
 «хлеба и зрелищ» 269
 хлорофилл 143
 «Хождение за три моря» 283
 холм Ватиканский 272
 хондриты каменные 219
 хондры 219
 Хорезм, город 281
 Хорхе Альварес 305
 Храм 2-й 268
 Храм Воинов 270
 храм Ирода 268
 Храм Соломона 267
 Храм Яхве 268
 хребет Уральский 122
 Хризолерас, Эммануэл 285
- Христиан 4, король 350
 Христиан Гюйгенс 334, 344
 «Христианская топография» 113
 «Христианское звёздное небо» 333
- хром 224
 хроматическая аберрация 351
 хромосфера 226
 хронометр морской 352
 Хуайхэ, река 282
 Хуан Перес де Марчена 295
 Хуанди, эра китайская 328
 Хуанхэ, река 282, 328
 Хуанчжоу 113
 Хубилай, хан 280, 281
- Цай Пи 113
 Цандер Ф. А. 346
 царство Иудейское 268
 цвет облаков 76
 цвет Солнца 75
 цвета звёзд 228
 Цезаря Юлия календарная реформа 154
 цезий-133 160
 Центральная Америка 334
 Церера, малая планета 206, 346
 цефеиды 196
 Цефей, созвездие 333
 цикл Сотис 154
 циклон 100, 139, 140
 ветер 140
 Циннер, Эрнст 337
 Циолковский К. Э. 257
 цирк Нерона 272
- чай 282
 Чак-Мооль 271

Чандрасекар 344
 Чандрасекара предел массы 240, 344
 Чаплин, Чарли 130
 часовня Арена 264
 часовой угол 354
 часовые пояса 160
 частицы рассеивающие 75
 частоты стандарты 160
 часы, определение долготы 351
 Часы, созвездие 334
 человек 147
 Ченслор 310
 Черенков 341
 чёрное абсолютно тело 228
 Чёрное море 283
 чёрные дыры 89
 мини 241
 Чилийский желоб 116, 121
 Чингисхан 284
 числа Вольфа 341
 число Погсона 93
 Чичен-Ица, город 271
 Чкалов В. 131
 Чуковский К. И. 174

 Шанчай, город 113
 Шаньду 281
 Шаньси 80, 281
 Шапп, Жан д'Отерош 317
 Шарль Мессье 337
 Шарля Мессье каталог 339
 шары воздушные 82
 Шварцшильд 344
 Шварцшильда сфера 344
 Шейзл Том 133
 Шербур, порт 130
 шёлковый Великий путь 279
 Шиллер, Юлиус 333

 шкала времени 347
 шкала Пикеринга 343
 школа Навигацкая 346
 планг поливочный 77
 плиф 219
 Шмидт, Юлиус 338, 344
 Шоломицкий Г. Б. 236
 Штарк 344
 Штарка эффект 344
 Шумейкера–Леви–9 комета 196, 262, 338
 Шумер 182
 Шустер 1975, комета 216

 Щит, созвездие 334

 Эгейское море 307
 Эдвин Хаббл 239
 Эддингтон 344
 Эддингтона светимость 344
 Эдмунд Галлей 186, 215, 313, 334, 336, 339
 Эдуард Барнард 332, 333, 336
 Эйзенштейн С. М. 276
 Эйнштейн А. 75, 235, 344
 Эйнштейна кольцо 344
 Эйнштейна—Подольского—Розена парадокс 237
 Эйрик Рауди (Рыжий) 288
 Эйриксон, Лейф 288
 Эквадор 79
 экватор 187
 экваториальное сжатие Земли 116
 экваториальный радиус Земли 115
 экваториальный радиус планет 104
 экзопланеты 150

- эклиптика 94, 180, 187
 - наклон 347
 - средняя 180
- экосистема 259
- Электра, звезда 335
- Элиа Капитолина, город 268
- Эллада 334
- эллипсоид Красовского 115
- элонгация 94
- Эль Кано 114, 309
- эмират Гранадский 294
- Эммануэл Хризолерас 285
- Энгельгардтовская
 - обсерватория, основание 346
- Энке комета 217, 262, 338
- Энке, Иоганн 338
- Энрике, принц 286, 290
- энтропия 259
- эпоха Великих географических
 - открытий 278, 330
- эпохи геологические 156
- «эра Джелали», календарь 332
- эра иудейская 328
- эра Калиюга индийская 328
- эра Хуанди китайская 328
- Эратосфен Киренский 113, 288, 347, 348
- Эрнст Циннер 337
- Эсдрас 287
- Эспаньола (Гаити), остров 300, 304
- «Эфемериды» 317, 349
- Эфиопия 283
- эфирных вихрей теория
 - Декарта 114
- эффект
 - Доплера 230
 - Доплера-Физо 342
 - Зеемана 342
 - отбеливания 75
 - парниковый 146, 147
 - туннельный 151
 - Фарадея 344
 - Штарка 344
- эффекты приливные 207, 229
- Эхнатон, фараон 183
- Южная Азия 348
- Южная Америка 121, 146
- Южная Клешня, звезда 184
- Южный Крест, созвездие 221
- Южный полюс 147
- южных созвездий названия 333
- Юкатан, полуостров 307
- юлианские даты 165, 328, 331
- юлианский год 153
- юлианский календарь 331
- Юлий Цезарь 331
 - реформа календарная 154, 163
- Юлиус Шиллер 333
- Юлиус Шмидт 338, 344
- «Юнайтед Стайтс» 133
- Юньнань 281
- Юпитер 93, 104, 150, 157, 176, 196, 199, 206–208, 215, 229, 262, 332, 338, 342, 351
 - атмосфера 100, 138, 139
 - малые спутники 332
 - обратные спутники 101
 - полосы 138
 - спутники 317, 322
- Юпитеры горячие 257
- юрá 156
- юрский период 120
- Юстиниан, император 269

Ява, остров 270
 «Явления» 174
 явление субдукции 121
 явления карстовые 120
 ядерные реакции 151
 ядра комет 204
 деления 217
 наблюдение 211
 язык итальянский 285
 язык латинский 285
 Якобус Каптейн 336, 342
 Яков Виллимович Брюс 332
 Ямайка, остров 302, 317
 «ян» 188
 Ян 3 Собесский, король 334
 Ян Гевелий 338, 339, 347, 351
 Яна Гевелия звёздный каталог 334
 Янский (ед. измерения) 344
 Янский К. 346
 Янцзы, река 281, 282, 328
 Янчжоу (город), губернатор 281
 Япония 79, 286, 306
 яркость 93
 яркость поверхностная 325
 Яхве Храм 268
 ячейка конвективная 100, 141
 «Astronomische Nachrichten» 346
 Cor Caroli, звезда 336
 Dark Electric Matter Objects 242
 HD (Генри Дрепера) каталог 340
 LINEAR 345
 meteo 218
 meteorit 218
 planet, слово 94
 SNC 256
 VLT, система телескопов 322
 «White Star» 129
 α Cen 93
 α Ursa Minor, звезда 312
 α Весов, звезда 184
 α Дракона, звезда 312
 α Дубхе («медведь»), звезда 335
 β Весов, звезда 184
 β Мерак («поясница»), звезда 335
 γ Фекда («бедро»), звезда 335
 μ Бенетнаш («хозяин»), звезда 335
 ε Алиот, звезда 335
 ζ Мицар («конь»), звезда 335
 1-й Вселенский собор 163, 270
 1-я Иудейская война 268
 2-й Храм 268
 2-я Иудейская война 268
 3 Cen A звезда 225
 22 декабря 181
 22 июня 181
 25 марта 270
 26 ноября — 16 декабря 180
 224 дня, период 203
 243 дня, период 101
 244 дня, период 203
 2400 лет, период 185
 25784 года, период прецессии 185

Хронологический указатель

3 тысячелетие до н. э. 185

18 век до н. э. 159

8 век до н. э. 347

3 век до н. э. 183, 282

2 век до н. э. 183

4 век 279

6 век 279

6–13 века 282

7–13 века 279

7–16 века 316

8 век 293

10–16 века 271

13–15 века 280

15 век 280, 306

16 век, начало 306

16 век 307, 320

17 век 317

18 век 73

19 век 74, 128, 330

20 век 75

01.09.5508 до н. э. 328

01.01.4713 до н. э. 328, 331

4000 до н. э. 182

07.10.3761 до н. э. 328

18.02.3102 до н. э. 328

3000–2500? до н. э. 182

ок. 2700 до н. э. 182, 266

2637 до н. э. 328

ок. 2000 до н. э. 267

2000–1500 до н. э. 184

1900–1600 до н. э. 347

1800 до н. э. 183

1700 до н. э. 220

ок. 1300 до н. э. 267

1300–800 до н. э. 183

1200 до н. э. 183

ок. 1100 до н. э. 347

950 до н. э. 267, 268

722 до н. э. 268

ок. 624–547 до н. э. 112

600 до н. э. 330

ок. 600 до н. э. 348

586 до н. э. 268

ок. 570–500 до н. э. 112

539 до н. э. 268

ок. 520 до н. э. 268

433 до н. э. 332

420 до н. э. 184

408–335 до н. э. 333

ок. 408–355 до н. э. 278

384–322 до н. э. 278

ок. 370 до н. э. 333

ок. 360–340 до н. э. 112, 288

331 до н. э. 348

300 до н. э. 174

ок. 300 до н. э. 347

ок. 280 до н. э. 339

276–194 до н. э. 113, 288

ок. 270 до н. э. 347

246–221 до н. э. 333

240 до н. э. 213, 333

ок. 230 до н. э. 113, 347

180–125 до н. э. 341

153 до н. э. 163

127 до н. э. 339

125 до н. э. 176, 185

ок. 120 до н. э. 347

85 до н. э. 113

79–23 до н. э. 278

63 до н. э. 268

46 до н. э. 154, 163, 331

37 до н. э. – 4 268

7 до н. э. 263

ок. 30 268

66 268, 272

70	268	1040–1123	332
80	269	1054	263
100	113	1063–1204	280
130	268	16.03.1079	332
132	268	1137	293
ок. 140	185, 205	1139	289
324–329	273	1204	279
325	163, 270	1212	289
330	269	1223–1284	293, 348
370–415	348	1230	293
415	348	1236	293
476	269	1238	293
476–?	113	1245	280
527–565	269	1246	280
530–532	165	1248	293, 348
?	550 113	1249	280
563–565	270	1252	293, 349
565	269	1253	280
632	269	1255	280
638	268	1259	280
725	113	1260	280, 283
778–840	214	1262	293
786	348	1279	281
800	273	1281	347
ок. 800	270	1287	280
800–1200	147	1290	281
813–833	348	1291	280
827	113, 348	1295	281
829	145, 348	1296	281
837	215	1299	281, 283
11.04. 837	214	1300	280
960	339	1301	264
973–1048	114	1304–1377	282
981	288	1305	264
988	155, 164	1307	280
1006–1012	288	1320-е годы	282
1010	145	1349	282
1022–1024	114	1352	283
1025	114	1365	283
1035	293	1380	283

1383	290, 294	1480	294
1389	283, 293	1481	291
1393	283	1483	277, 289, 291, 292
1396	283	1484	292, 295
1394–1449	272, 349	1484–1486	294
1394–1460	290	1485	295
1400–1800	147	1485–1486	295
1401–1465	347	1486	295
1415	290	1487	292, 296
1419	290	18.08.1487	296
1425	271, 272, 339	1488	296
ок. 1425	349	1488, май	292
1434	290	1488, июнь	293
1435	285	1488, декабрь	293
1436	285	1489	296
1436–1476	349	1491	292, 296, 297
1437–1449	349	1492	155, 164, 293, 294, 297, 311
1441	290	17.04.1492	297
1442	293	03.08.1492	298
1451	285	10.09.1492	298
1452	285	15.09.1492	311
1453	270	12.10.1492	299
29.05.1453	283	25.12.1492	300
1454	290	09.03.1493	301
1459	285	15.03.1493	301
1460	291	04.05.1493	302
1462	291	25.09.1493	302
1466–1475	283	07.06.1494	302
1470	286	1496	294, 302, 303
1470–1473	291	1497	303
1471	316, 347, 349	1498	303
1472	349	30.05.1498	303
1474	286, 316, 349	1498, февраль	303
1474?	286	1499	303, 330
1475	283	18.05.1499	303
ок. 1475–1480	289	02.07.1499	304
1475–1506	317, 349	1500	304
1476	286, 317	1502	305
1477	288	01.01.1502	305
1479	294		

09.03.1502	305	1551	347
1504	305, 317	1553	310
29.02.1504	316	1554	310
1505	305	1554–1633	169
1506	310	23.01.1556	80
1506–1612	272	1571	347
1507	310	07.10.1571	307
1508	310	1571–1630	342
1509	350	11.11.1572	340
1510	305	1576	350
1511	305	1580	309
1512	305	1582	164, 263, 331
30.09.1513	307	04.10.1582	155
1514	305, 306	1583	328, 331
1515	307	1589	350
1516	294, 305, 306	1592	350
1516–1518	307	1595	205
1518	308	1597	350
1519	307	1603	333, 336
1519–1522	114	1604	263
20.09.1519	308	10.10.1604	340
1520	306, 337	1609	93, 320, 338
27.11.1520	308	1609–1610	350
1521	307	1610	322, 332, 351
06.03.1521	308	1611	347
27.04.1521	309	1612	322
1522	307	28.12.1612	322
1524	309	28.01.1613	322
1526	307	1614	332
1528	114	1614–1617	114
1529	309	1620–1682	114
1531	347	1622	155, 164
1532	309	1625–1712	115
1534	309	1627	333, 350
1538	307	1641	347, 351
1540–1609	331	1646–1719	334
1542	306	1647	338
1543	205	1649	336
1546–1601	350	1651	338
1550	306	1658	263

1670–1735	332	26.05.1761	317
1671	114, 346	1763	339
1672	114, 352	1766	206
1675	334, 352	1768	318
1677–1756	115	06.06.1769	317
1678	339	1772	206, 338
1679	334	1777–1855	341
1683	115	1779	338
1687	185, 334, 339	1781	339, 346
1693–1776	352	13.03.1781	205, 332, 346
1698–1758	115	1783	150
1699	164	1784–1846	115
20.12.1699	155	1785	338
1700	313	1786	338
1701	346, 352	1787–1826	344
1703	274	1788–1880	352
1704	215	1791–1867	344
02.05.1709	332	1795	276
1713	351	1796	206
1713–1765	115, 215	1800–1862	315
1718	115, 186	1801	346
1720	115	01.01.1801	206
1721	281	1803–1853	342
1723–1762	352	1806	338
1725	336	1809	74
1729–1796	343	1811	217, 346
1729–1800	276	26.03.1811	337
1735	115	1814	226
1736	352	1814–1874	340
1736–1813	342	1814–1895	342
1742	186	1816–1893	341
1743	115	1818	338
1747–1826	343	1819	338
1752	334	1819–1896	342
1753	352	1820–1883	343
1753–1849	341	1821	346
1754–1849	219	1824–1896	341
1758–1840	342	1824–1907	342
1759	215	1825–1898	341
1761	346	1826–1841	276

	1829–1833	315		1878	338
27.02.	1826	338		1879–1955	344
	1827–1905	341		1881	346
	1831	346, 352	01.09.	1882	337
	1833–1907	346		1882–1944	344
	1835–1910	343		1884	160, 162, 274
	1838	128		1886–1975	343
	1839	273, 352		1887	255
	1839–1843	315		1887–1933	346
	1839–1906	341		1888	128
	1840	323		1889–1953	239, 344
	1841	115		1891	346
	1842–1919	343		1891–1951	341
	1845–1923	343		1892	332
	1846	217, 322, 332		1892–1962	342
	1846–1919	343		1894–1980	259
23.09.	1846	205		1896–1964	346
	1851	346		1898–1948	276
	1851–1922	342		1899	74
	1856	93		1900	235, 337
	1857–1894	341		1900–1992	343
	1858–1947	343		1901	346
02.06.	1858	337		1902	329
	1859–1927	259		1904–1914	132
	1862	256		1904–1968	343
	1863	101		1904–1990	341
	1863–1945	259		1904–1999	341
	1864–1928	341		1905	235
	1865	259		1905–1950	344, 346
	1865–1943	342		1905–1973	342
	1865–1947	343		1906	128
	1866–1912	346	31.01.	1906	79
	1871	74, 128, 346		1907	128, 259
	1873–1916	344		1908	76, 262
	1874–1889	330	17(30).11.	1908	352
	1874–1954	342		1908–1995	340
	1874–1957	344		1909	115, 128, 129
	1875	259		1910	215, 218
	1877	259, 323		1910–1995	344
	1877–1946	341	20.11.	1911	129

1911–1960	343	12.04.1961	346
1912	127	18.04.1961	346
10.04.1912	130	1964	115
11.04.1912	130	1965	84, 236
14.04.1912	130	1966	241
23.10.1913	337	1967	269
1914–1987	342	1970-е годы	321
1915	133	1970–1980-е годы	238
1916	161	1971	236
24.01.1918	156	15.01.1971	329
01.06.1919	160	01.01.1972	159
1920-е годы	239	1976	217, 237, 332
1921	346	28.07.1976	80
1922	98, 180, 335	1979	207
17.01.1924	160	1980-е годы	323
1925	276, 352	16.10.1982	215
1930-е годы	186	1986	130, 138, 213
18.02.1930	205	20.02.1986	193
16.06.1930	161	25.04.1990	195
1931	346	04.02.1991	161
03.03.1933	79	23.10.1991	161
1932	133	28.08.1993	200
1935	335	07.01.1994	171
1937	131, 134	1994, июль	338
1940	115	16–22.07.1994	262
1941	346	1995	275
1946	352	1996	337
1950	115	1997	236, 322, 337
1952	133, 340	1997, февраль–март	216
1953	274	20.06.1998	137
1956	159	1999	207
07.10.1959	86, 339	04.12.2000	209
1960–1970-е годы	201	2001	241
1960	339	23.01.2001	193
12.02.1961	346	2062	218

Викторина по физике

(Вопросы и варианты ответов на них).

1. По морю идёт пароход. Относительно каких тел его можно рассматривать, как материальную точку? Относительно: океана, капитана, боцмана, лоцмана.
2. Рост некоторого человека — метр с кепкой. В каких единицах его следует измерять? В кепках, метрах, мэрах, километрах, килограммах.
3. По латыни «секунда» означает — «вторая». После чего она вторая? После: первой секунды, понедельника, салата и супа, первого тура выборов, минуты.
4. Деление шкалы времени и углов на 60 минут и секунд придумали: египтяне, вавилоняне, македоняне, марсиане.
5. Точное определение интервала времени в 1 секунду установили в: 1812 г., 1917 г., 1961 г., 1972 г.
6. Мальчик бросил в друга снежком. Движение снежка можно рассматривать как: метеорологическое, динамическое, кинематическое, хулиганское.
7. Поезд метро отправляется от станции. Он движется: равномерно, равноускоренно, прямолинейно, точно по расписанию, в депо.
8. Через стол равномерно и прямолинейно бежит таракан. Чтобы определить его скорость надо: время пробега умножить на длину стола, ширину стола разделить на длину таракана, длину стола разделить на время пробега, высоту стола разделить на число ног таракана.
9. Котёнок случайно сбросил с полки вазочку и не спеша спустился обнюхивать осколки. У кого больше мгновенная скорость? У: вазочки около полки, вазочки около пола, котёнка, домохозяйки.
10. Футболист бросается на перехват мяча. Скорости его и мяча складываются: по параллелограмму, по параллелепипеду, по параллелям и меридианам, если не догонит, то не складываются.
11. Каждый день на перемене за 15 мин. мальчик съедает 1 пирожок. Какова скорость процесса поедания пирожков? 1 пирожок в день, 4 пирожка в час, 1 перемена в пирожок, 1 пирожок в мальчика.
12. При помешивании чая ложечка движется: равномерно, равноускоренно, равнозамедленно, никак не движется, а остаётся в чашке.
13. Какие предметы предназначены для работы в режиме равномерного вращения? Ключ, колесо, лазерный диск, эскалатор.

- 14.** Угловая скорость вращения — это: скорость убегания за угол, скорость при беге по кругу, угол поворота за единицу времени, разрешённая правилами скорость поворотов направо и налево.
- 15.** В каких странах линейная скорость вращения Земли выше? Гренландии, Голландии, Индонезии, Новой Зеландии.
- 16.** Брошенное тело летит по: параболе, гиперболе, метафоре, просто вниз.
- 17.** Первая космическая скорость — это: скорость бега первого космонавта, разрешенная скорость первого выхода в космос, скорость свободного космического полёта по круговой орбите, скорость старта ракеты в космос.
- 18.** Вторая космическая скорость — это: скорость космического корабля на второй передаче, скорость многоразового корабля при повторном запуске, скорость обгона одного космического корабля другим, скорость перехода на параболическую траекторию и убегания от Земли.
- 19.** Чтобы бросить ненужный предмет максимально далеко, следует его бросать под углом: 25 градусов, 45 градусов, 175 градусов, просто положить в мусорный контейнер.
- 20.** Типичное ускорение поезда метро около 1 м/сек^2 . Ускорение снаряда в пушке больше в: 100 раз, 1000 раз, 100 000 раз, 100 000 000 раз.
- 21.** Скорость убегания больше: на Земле, на Луне, на Солнце, на станции МИР.
- 22.** Геостационарная орбита — это: орбита для ежедневной работы космонавтов, орбита с устойчивой связью по мобильному телефону, орбита, где все спутники тормозятся и остаются неподвижными, орбита с периодом обращения 1 сутки.
- 23.** Сила — это: максимальный вес, который человек может поднять, самое мощное воздействие на тело, величина взаимодействия между телами, торговая марка ЗИЛ.
- 24.** Силы, действующие на тело, складываются: по очереди, по взаимной договорённости, по параллелограмму, кто сильнее, тот всех и складывает.
- 25.** Инертность — это: наполнение инертными газами, способность сохранять постоянную скорость движения, устойчивость к опрокидыванию, просто лень.
- 26.** Масса — это: вежливое обращение афроамериканцев, разница между цифрами брутто и нетто, мера инертности тела, показатель упитанности тела.

- 27.** В результате воздействия силы тела получают: дополнительную массу, ускорение, торможение и наклоны в сторону, долги по зарплате.
- 28.** Получаемое телом количество движения пропорционально: массе тела, скорости тела, импульсу силы, занимаемой должности.
- 29.** Сила тяготения действует: по рабочим дням, по вызову, по настроению, всегда.
- 30.** Изменение количества движения происходит по направлению: скорости, ветра, вектора силы, в соответствии с разрешающими знаками.
- 31.** Если двое мальчиков устроили потасовку, то будет ли выполняться 3-й закон Ньютона? Будет, не будет, будет, если вмешается третий, третий — лишний.
- 32.** Что проще перенести: 1 кг чугуна, 1 кг дерева, 1 кг надувных шариков, 1 кг предвыборных обещаний.
- 33.** Чтобы определить плотность тела нужно: сложить массу тела и его вес, разделить массу тела на его объём, взвесить тело в невесомости, бросить тело в воду.
- 34.** Кто придумал наиболее эффектный способ определения плотности тел сложной формы? Архимед, Галилей, Ньютон, Эйнштейн.
- 35.** Работа в физике — это: физическая работа на свежем воздухе, полезные применения физических сил, произведение силы на перемещение в направлении действия силы, присутствие на рабочем месте с 8 до 17 с перерывом на обед.
- 36.** По дороге свободно катится автомобиль. Кто совершает работу? Двигатель, бензин, трение, водитель.
- 37.** Работа, совершаемая за единицу времени — это: энергия, мощность, талант, почасовая зарплата.
- 38.** Кто наиболее эффективно переводит потенциальную энергию в кинетическую и обратно? Падающий шар, едущий автомобиль, маятник, РАО ЕЭС России.
- 39.** Ворона выронила сыр. При этом происходит процесс: нагрева сыра до его расплавления, усовершенствования вкусовых и потребительских качеств сыра, переход потенциальной энергии сыра в кинетическую, незаконное присвоение лисой прав собственности на сыр.
- 40.** В тормозах автомобиля используется: трение качения, трение скольжения, трение покоя, вязкое трение.
- 41.** Мощность двигателей корабля расходуется на преодоление силы: ветра и волн, Архимеда, вязкого трения, тяготения.
- 42.** Какая обувь осуществляет наибольшее трение скольжения? Коньки, дамские туфли на шпильках, кроссовки, туристские ботинки.

43. Гравитационная постоянная — это: контрольная гиря 1 кг, величина скорости падения тел, сила притяжения двух материальных точек единичной массы на единичном расстоянии, сила притяжения на бесконечности.

44. Сила тяготения убывает с расстоянием: по прямой, по квадрату, по кубу, по кругу.

45. В законе всемирного тяготения материальные точки можно заменить на: кружочки, палочки, шарики, кубики-рубики.

46. Если одно тело вдвое легче другого, то оно будет притягиваться: вдвое сильнее, так же как и другое, вдвое слабее, обидится и не будет притягиваться.

47. На Земле космонавт весит 75 кг. На Луне его масса: увеличится, уменьшится, не изменится, станет отрицательной.

48. На Земле космонавт весит 75 кг. На Луне его вес будет: в 6 раз меньше, в 6 раз больше, такой же, станет равен нулю.

49. На Земле космонавт весит 75 кг. На космической станции МИР его вес: увеличится, уменьшится, не изменится, станет равен нулю.

50. На Земле космонавт весит 75 кг. При подъёме на лифте в ракету его вес: увеличится, уменьшится, сначала увеличится потом уменьшится, сначала уменьшится потом увеличится.

51. В центре Земли сила тяготения: больше, меньше, такая же, равна нулю.

52. Чем дальше от Земли, тем сила притяжения: увеличивается, уменьшается, не изменяется, до орбиты Луны увеличивается потом уменьшается.

53. Дерево самшит имеет плотность $1,1 \text{ г/см}^3$. Можно ли из него построить корабль? Можно, нельзя, можно но не стоит, нельзя, но если очень хочется, то можно.

54. Какой металл чаще применяется в самолетостроении? Уран, вольфрам, чугун, алюминий.

55. В какой жидкости железная гайка не утонет? Тяжелая вода, машинное масло, жирное молоко, ртуть.

56. Автомобиль нечаянно наехал на столб и погнул бампер. Какие деформации при этом имеют место? Упругая растяжения, неупругая сжатия, упругая сдвига, неупругая скручивания.

57. Какие устройства предназначены для выполнения закона Гука об упругих деформациях? Ступени лестницы, амортизаторы автомобиля, весы-безмен, крылья самолета.

58. Какие устройства предназначены для выполнения неупругих деформаций? Корпус автомобиля, мел, степлер, карандаш.

- 59.** В тормозах автомобиля применяется: низкая сжимаемость воздуха, высокая сжимаемость жидкости, низкая сжимаемость жидкости, высокая сжимаемость воздуха.
- 60.** В шинах автомобиля применяется: низкая сжимаемость воздуха, высокая сжимаемость жидкости, низкая сжимаемость жидкости, высокая сжимаемость воздуха.
- 61.** Корабль «Титаник», сделанный из стали, столкнулся с объектом «айсберг», сделанного из льда, и утонул. Прочность стали по сравнению со льдом: в 2 раза меньше, такая же, в 10 раз больше, в 1000 раз больше.
- 62.** Температура тела — это: то что показывает градусник, отличие горячего и тёплого от холодного на ощупь, характеристика теплового движения молекул, скорость молекул тела деленная на скорость тела.
- 63.** Температурные шкалы носят имена: Кельвина, Мервина, Цельсия, Парацельса, Дзян Зи Мина.
- 64.** Лёд тает при температуре: 273°K , 100°C , 0°C , весной.
- 65.** Вода кипит при температуре: 273°K , -0°C , 100°C , в чайнике.
- 66.** Человек считается здоровым при его температуре: 273°K , -150°C , $36,6^{\circ}\text{C}$, 100°C .
- 67.** На Солнце температура достигает: 0°K , 273°K , 6000°K , $100\,000^{\circ}\text{K}$.
- 68.** В кипящем чайнике температура воды: увеличивается, уменьшается, остаётся постоянной, остаётся постоянной пока вода не выкипит.
- 69.** Когда больному ставят градусник, используется процесс: линейного расширения, объёмного расширения, кипения, испарения, медицинского страхования.
- 70.** Отопление жилых помещений осуществляется в основном за счёт процессов: теплопроводности, конвекции, теплового излучения, диффузии, оплаты коммунальных услуг.
- 71.** Примерами процессов диффузии являются: запах духов, заваривание чая, приём шипучих лекарств, размешивание сахара.
- 72.** Число Авогадро — это число молекул вещества в: 1 кг, 1 кубометре, 1 моле, 1 Авогадро.
- 73.** При замерзании воды она: расширяется, сжимается, закипает, испаряется.
- 74.** Температура $36,6^{\circ}\text{C}$ соответствует температуре: замерзания воды, кипения воды, минимальной теплоемкости воды, максимальной вязкости воды.
- 75.** Если подняться в горы, то вода будет кипеть: при большей температуре, при меньшей температуре, при той же температуре,

вообще кипеть не будет.

76. Морская вода по сравнению с чистой замерзает при температуре: большей, меньшей, той же, в Северном полушарии при большей, в Южном при меньшей.

77. Во сколько раз теплопроводность меди больше, чем пенопласта? В 10, 100, 1000, 10 000 раз.

78. На какую высоту надо подняться, чтобы давление воздуха упало вдвое? На 10 м, 1000 м, 5 км, 100 км.

79. Амплитуда звуковой волны определяет её: громкость, высоту, длину, частоту.

80. Высота звука — это: высота закрепления громкоговорителя, громкость звука, максимальная высота распространения звука, частота звука.

81. Ёмкость аккумулятора измеряют в: Омах, Амперах, Вольтах, Фарадах, Ампер-часах.

82. В лампочках светящаяся нить сделана из: титана, вольфрама, железа, гелия.

83. По электрическим сетям движутся: протоны, электроны, пи-мезоны, пижоны.

84. На какой высоте летают орбитальные станции? 3 км, 300 км, 30 000 км, 300 000 км.

85. При увеличении напряжения между электродами может произойти: прибой, припой, пробой, аналой.

86. Полупроводник — это: половинка от двужильного проводника, проводник с проводимостью в одну сторону, материал с иной природой проводимости, проводник поезда на должности кондуктора трамвая.

87. Материалы делятся на проводники и полупроводники по: цвету, запаху, твердости, проводимости.

88. Сила тока в молнии достигает: 50 А, 500 А, 50 000 А, 500 000 А.

89. Длительность разряда молнии составляет: 1 с, 0,1 с, 0,01 с, 0,001 с.

90. Толщина молнии составляет: 1 см, 10 см, 1 м, 100 м.

91. Сверхпроводник — это: много-много проводников вместе, один проводник над другим, проводник без электрического сопротивления, начальник проводников.

92. Отрыв от нейтрального атома электрона и превращение его в заряженную частицу называется: поляризация, ионизация, интронизация, инаугурация.

93. Полупроводники используются в: проводах, предохранителях, выключателях, электронных приборах.

94. Направление действия силы на проводник с током в магнитном

поле определяется по правилу: левой руки, правой ноги, правой руки, мохнатой лапы.

95. Магнитное поле токов действует в: трансформаторах, динамиках, электромоторах, антеннах.

96. Магнитная стрелка показывает на: северный полюс, Полярную звезду, Гринвичский меридиан, северный магнитный полюс.

97. На магнитном полюсе магнитная стрелка: показывает вниз, показывает вверх, показывает на юг, равномерно вращается.

98. Впервые эффект магнитногоклонения наблюдал: Конфуций, Коперник, Колумб, Кулон.

99. В нашей стране используется переменный ток с частотой: 36,6 Гц, 50 Гц, 60 Гц, 220 Гц.

100. Где используется переменный ток? В бытовых приборах, в метро, в калькуляторе, в автомобиле.

101. Электромагнитный импульс распространяется со скоростью: ветра, звука, света, движения электронов.

102. Кто излучает радиоволны? Механический будильник, мобильный телефон, кипящий чайник, СВЧ печь.

103. Кто излучает инфракрасные лучи? Котёнок, холодильник, лампа дневного света, свечка.

104. Кто излучает ультрафиолетовые лучи? Электросварка, электрокофеварка, Солнце, полотенце.

105. Кто излучает рентгеновские лучи? Быстрые электроны, экран телевизора и компьютера, Солнце, сам Рентген.

106. Кто излучает гамма лучи? Радиоактивные изотопы, музыкальные гаммы, вспышки на Солнце, сигналы точного времени.

107. Радужные разводы на плёнке мыльного пузыря возникают вследствие: рефракции, дифракции, интерференции, рекламной компании моющего средства.

108. Радужные блики на лазерном диске возникают вследствие: рефракции, дифракции, интерференции, магнитострикции.

109. Радуга в небе после дождя возникает вследствие: дифракции, дисперсии, дедукции, сырости.

110. Давление света является причиной: ветров в атмосфере и течений в океане, замедления вращения Земли, изогнутости хвостов комет, регулярного повышения платы за свет.

111. Фотоэффект — это: яркая вспышка у фотографа, подчистка и ретуширование полученных снимков, отрыв электронов от атомов под действием света, производство кислорода зелеными растениями.

112. Красная граница фотоэффекта — это: пограничный столб

красного цвета с фотоэлементами, ограниченная красными флажками зона фотосъёмки, наибольшая длина волны света для фотоэффекта, установленные сзади автомобиля отражатели красного цвета.

113. Какие элементы автомобиля используют зеркальное отражение? Фары, лобовое стекло, катафоты, подсветка приборов.

114. Фотоэффект используется в: солнечных батареях, ксероксах, фотоэлементах, видеокамерах.

115. Эффект намагниченности используется в: часовых механизмах, билетах метро, ксероксе, видеолентах.

116. Дефект массы — это: сломанная масса, недовес массы при отпуске атомов, изменение массы атомов при радиоактивных превращениях, внешние шероховатости и внутренние трещины в атомах.

Ответы на викторину по физике.

1. Океана, т. к. это единственный названный объект, существенно больших размеров.

2. В метрах, т. к. это базовая единица длины.

3. Второе деление на 60 после минуты.

4. Вавилоняне применяли 60-ричную шкалу.

5. Атомное время используется с 1 января 1972 г.

6. На коротких расстояниях движение можно рассматривать как кинематическое.

7. В начальный период разгона — равноускоренно.

8. Длину стола разделить на время пробега.

9. Вазочки около пола.

10. Векторное сложение — по параллелограмму.

11. Т. к. процесс поедания пирожка занимает 15 мин,

скорость поедания — 4 пирожка в час.

12. Ложечка движется по кругу, следовательно — равноускоренно (центростремительное ускорение).

13. Лазерный диск работает только в режиме равномерного вращения.

14. Угол поворота за единицу времени — по определению.

15. В Индонезии (на экваторе).

16. Для обычных наземных условий — по параболе.

17. Скорость свободного космического полёта по круговой орбите.

18. Скорость перехода на параболическую траекторию и убегания от Земли.

19. При угле броска 45 градусов дальность полёта максимальна, но мусор следует класть в контейнер, а не разбрасывать.

20. В 100 000 раз.
21. На Солнце.
22. Орбита с периодом обращения 1 сутки.
23. Величина взаимодействия между телами.
24. Векторное сложение — по параллелограмму.
25. Способность сохранять постоянную скорость движения.
26. Мера инертности тела — по определению.
27. Ускорение — по определению.
28. Импульсу силы — по определению.
29. Всегда.
30. Вектора силы.
31. Будет.
32. 1 кг чугуна имеет наименьший объём.
33. Разделить массу тела на его объём.
34. Архимед (взвешивание в воде).
35. Произведение силы на перемещение в направлении действия силы.
36. Трение (работа имеет отрицательный знак).
37. Мощность — по определению.
38. Маятник.
39. Переход потенциальной энергии сыра в кинетическую.
40. Трение скольжения.
41. Вязкого трения.
42. Туристские ботинки.
43. Сила притяжения двух материальных точек единичной массы на единичном расстоянии.
44. По квадрату расстояния.
45. Шарика той же массы.
46. Так же как и другое.
47. Не изменится.
48. В 6 раз меньше.
49. Станет равен нулю.
50. Сначала увеличится, потом уменьшится.
51. Равна нулю.
52. Уменьшается.
53. Можно, но не стоит, т. к. при наполнении водой он утонет.
54. Наиболее легкий — алюминий.
55. Плотность ртути больше стали.
56. Неупругая сжатия — бампер не распрямляется.
57. Все перечисленные.
58. Все перечисленные.
59. Низкая сжимаемость жидкости.
60. Высокая сжимаемость воздуха.
61. В 1000 раз больше.
62. Характеристика теплового движения молекул.
63. Кельвина и Цельсия.
64. 273 °K или 0 °C.
65. 100 °C.
66. 36,6 °C.
67. 6000 °K.
68. Остаётся постоянной.
69. Объёмного расширения.
70. Конвекции.
71. Всё перечисленные.
72. В 1 моле.
73. Расширяется.
74. Минимальной теплоёмкости воды.
75. При меньшей температуре.
76. Меньшей.
77. 10 000 раз.

78. 5 км.
79. Громкость.
80. Частота звука.
81. В Ампер-часах.
82. Вольфрама.
83. Электроны.
84. 300 км.
85. Пробой.
86. Материал с иной природой проводимости.
87. Проводимости.
88. 500 000 А.
89. 0,001 с.
90. 10 см.
91. Проводник без электрического сопротивления.
92. Ионизация.
93. В электронных приборах.
94. Левой руки.
95. Всё перечисленное.
96. Северный магнитный полюс.
97. Показывает вниз.
98. Колумб.
99. 50 Гц.
100. В бытовых приборах.
101. Со скоростью света.
102. Мобильный телефон и СВЧ печь.
103. Свечка.
104. Электросварка и Солнце.
105. Все, кроме Рентгена.
106. Радиоактивные изотопы и вспышки на Солнце.
107. Интерференции.
108. Дифракции.
109. Дисперсии.
110. Изогнутости хвостов комет.
111. Отрыв электронов от атомов под действием света.
112. Наибольшая длина волны света для фотоэффекта.
113. Фары и катафоты.
114. Всё перечисленное.
115. В билетах метро и видеолентах.
116. Изменение массы атомов при радиоактивных превращениях.

Оглавление

Предисловие	3
Инструкция по применению книжки	6
Вопросы	9
Глава 1. «100 000 Почему»	9
Глава 2. Совсем «детские» вопросы	13
Глава 3. Крутится-вертится шар голубой	15
Глава 4. Твердь земная	20
Глава 5. Озёра, речки и лужи	23
Глава 6. Раскинулось море широко	26
Глава 7. Какое небо голубое (атмосфера)	29
Глава 8. Я на солнышке лежу	32
Глава 9. Время и сезоны	35
Глава 10. Вышел месяц из тумана	38
Глава 11. Космография	40
Глава 12. Числа и структуры	43
Глава 13. В открытом космосе	45
Глава 14. Наша соседка — Луна	46
Глава 15. Планеты	49
Глава 16. Кометы, астероиды и прочая космическая мелочь	53
Глава 17. Открылась бездна, звёзд полна	54
Глава 18. Звёздные острова	56
Глава 19. За гранью миров	57
Глава 20. Живое вещество	58
Глава 21. Технотронная цивилизация	60
Глава 22. Сквозь тернии — к звёздам!	61
Глава 23. Начало начал и начальники	62
Глава 24. Новый Свет — всё «по-новой»	64
Глава 25. Ой, мороз, мороз, не морозь меня!	65
Глава 26. Волны, вихри и дымы	66
Глава 27. Звуки и музыка	66
Глава 28. Оптика	68
Глава 29. Астрономические истории и истории с астрономами	69
Ответы	73
Глава 1. «100000 Почему»	73
Глава 2. Совсем «детские» вопросы.	90
Глава 3. Крутится-вертится шар голубой	111
Глава 4. Твердь земная	118
Глава 5. Озёра, речки и лужи	125
Глава 6. Раскинулось море широко	126

Глава 7. Какое небо голубое (атмосфера)	135
Глава 8. Я на солнышке лежу	149
Глава 9. Время и сезоны	152
Глава 10. Вышел месяц из тумана	173
Глава 11. Космография	179
Глава 12. Числа и структуры	188
Глава 13. В открытом космосе	190
Глава 14. Наша соседка — Луна	197
Глава 15. Планеты.	199
Глава 16. Кометы, астероиды и прочая космическая мелочь	211
Глава 17. Открылась бездна, звёзд полна	220
Глава 18. Звёздные острова	231
Глава 19. За гранью миров	233
Глава 20. Живое вещество	244
Глава 21. Технотронная цивилизация	245
Глава 22. Сквозь тернии — к звёздам!	250
Глава 23. Начало начал и начальники	260
Глава 24. Новый Свет — всё «по-новой»	277
Глава 26. Волны, вихри и дымы	319
Глава 28. Оптика	320
Глава 29. Астрономические истории и истории с астрономами	327
Приложение. Как измеряют углы на небе	353
Приложение. Список таблиц	355
Предметный указатель	356
Хронологический указатель	397
Викторина по физике	404
Ответы на викторину по физике.	411

Астрономия — исключительно красивая наука, в этом может каждый убедиться лично, просто посмотрев на ночное небо. Но кроме этого, астрономия и современная астрофизика содержит очень много интригующих загадок мироздания, вопросов, способных напрягать (в лучшем смысле этого слова) каждый пытливый ум, обративший на них своё внимание.

Астрономия в этом сборнике вынесена на первую полосу, но кроме неё предложенные вопросы затрагивают и многочисленные науки о Земле (география, геология, физика атмосферы и океана, сравнительная планетология) при рассмотрении разнообразных явлений на нашей собственной планете — от радуги до урагана. Разумеется, астрономия также неразрывно связана и с историей, химией, математикой и многими другими науками.

Книга представляет сборник вопросов, некоторые из которых предлагались школьникам на московском Турнире им. М. В. Ломоносова в 1989–2003 годах. Ко многим вопросам даны подробные ответы и комментарии. Текст сопровождается подробным предметным указателем.

Для любознательных школьников и всех тех, кто интересуется астрономией, её историей и современными достижениями, открытиями и открытыми проблемами.

ISBN 5-94057-177-8



9 785940 571773 >

Занимательные вопросы по астрономии

... и не только

А. М. Романов



Москва
Издательство МЦНМО
2005