

**Владимир Сурдин**

**ВСЕЛЕННАЯ  
в вопросах и ответах**

Задачи и тесты  
по астрономии  
и космонавтике



Владимир Сурдин

# ВСЕЛЕННАЯ

в вопросах  
и ответах

Задачи и тесты  
по астрономии  
и космонавтике



ТРАЕКТОРИЯ



АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Москва  
2017

УДК 524  
ББК 22.6  
С90

Сурдин В. Г.

С90 Вселенная в вопросах и ответах. Задачи и тесты по астрономии и космонавтике / Владимир Сурдин. – М.: Альпина нон-фикшн, 2017. – 242 с.

ISBN 978-5-91671-720-4

В новой книге известного астронома и популяризатора науки Владимира Сурдина собраны 181 задача, 50 вопросов и 319 тестов с ответами и решениями. Эти в целом не очень сложные задачи, раскрывающие разные стороны современной астрономии и космонавтики, требуют, однако, творческого мышления и понимания предмета. Основой для некоторых вопросов стали литературные произведения, в том числе научно-фантастические повести братьев Стругацких. Такая увлекательная форма подачи помогает легче усваивать новые знания по астрономии и космонавтике и активнее оперировать ими, что важно для будущих ученых и инженеров, а также преподавателей физики и астрономии.

УДК 524  
ББК 22.6

Издание подготовлено в партнерстве с Фондом некоммерческих инициатив «Траектория» (при финансовой поддержке Н.В. Каторжнова).



ТРАЕКТОРИЯ

Фонд поддержки научных, образовательных и культурных инициатив «Траектория» ([www.traektoriafdn.ru](http://www.traektoriafdn.ru)) создан в 2015 году. Программы фонда направлены на стимулирование интереса к науке и научным исследованиям, реализацию образовательных программ, повышение интеллектуального уровня и творческого потенциала молодежи, повышение конкурентоспособности отечественных науки и образования, популяризацию науки и культуры, продвижение идей сохранения культурного наследия. Фонд организует образовательные и научно-популярные мероприятия по всей России, способствует созданию успешных практик взаимодействия внутри образовательного и научного сообщества.

В рамках издательского проекта Фонд «Траектория» поддерживает издание лучших образцов российской и зарубежной научно-популярной литературы.

*Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу [tylib@alpina.ru](mailto:tylib@alpina.ru).*

© Сурдин В. Г., 2017

© Издание на русском языке, перевод, оформление.

ISBN 978-5-91671-720-4

ООО «Альпина нон-фикшн», 2017

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	<b>16</b>
<b>1. Путешествия по Земле</b> .....	<b>18</b>
1.1. Полярная .....	18
1.2. Зима—лето .....	18
1.3. Падают кометы .....	18
1.4. К полюсу .....	19
1.5. Где же юг? .....	19
1.6. Гелиограф .....	19
1.7. Где мы? .....	20
1.8. Так где же мы? .....	20
1.9. Знаки зодиака .....	21
1.10. Лунный полярный круг .....	22
1.11. Затмения .....	22
1.12. Солнце в зените-1 .....	22
1.13. Солнце в зените-2 .....	22
1.14. Солнце внизу .....	22
1.15. «Феникс» летит на Марс .....	23
1.16. Земля — шар .....	23
1.17. Голубая планета Земля .....	23
1.18. Пепельный свет .....	23
1.19. Звездопад .....	23
1.20. Месяц всходит и заходит.... ..	23
1.21. Передвинем города .....	24
1.22. «Наутилус» на Южном полюсе .....	24
1.23. Урожайная Луна .....	24
1.24. Горы и долины .....	24
1.25. Короткие сумерки .....	24
1.26. Полная Луна .....	25
1.27. Арктический НЛО .....	25
1.28. Календарь Магеллана .....	26
1.29. Прохождения Венеры .....	26
1.30. Инспекция .....	26
1.31. Эх, раз! Еще раз? .....	26
1.32. Замкнутый маршрут .....	27

1.33. На все четыре стороны . . . . .	27
1.34. Небо вверх ногами . . . . .	27
1.35. Что позади? . . . . .	27
1.36. Зимний пейзаж . . . . .	28
1.37. Подзорная труба . . . . .	28
<b>2. Визит в обсерваторию . . . . .</b>	<b>29</b>
2.1. Темная сторона Луны. . . . .	29
2.2. Тропики. . . . .	29
2.3. Вакуумный телескоп . . . . .	29
2.4. Взгляд со стороны . . . . .	30
2.5. Дневные звезды-1 . . . . .	30
2.6. Дневные звезды-2 . . . . .	30
2.7. Круги на небе . . . . .	31
2.8. Масштаб изображения. . . . .	31
2.9. Миллион снимков «Хаббла». . . . .	31
2.10. Ртутный телескоп. . . . .	31
2.11. На мысе Доброй Надежды. . . . .	32
2.12. Поиск планет у Солнца-1 . . . . .	33
2.13. Поиск планет у Солнца-2 . . . . .	33
2.14. Поиск планет у Солнца-3 . . . . .	33
2.15. Снимок издалека . . . . .	33
2.16. Наблюдаем Марс . . . . .	33
2.17. Свеча на Луне . . . . .	34
2.18. «Модные» телескопы. . . . .	34
2.19. Мира Кита . . . . .	34
2.20. Радионебо . . . . .	34
2.21. За орбитой Плутона . . . . .	35
2.22. Откуда лучше видно? . . . . .	35
2.23. Спичка . . . . .	35
2.24. Черное облако. . . . .	35
2.25. Межзвездные пылинки . . . . .	35
2.26. Полюс эклиптики . . . . .	35
2.27. Солнечный телескоп. . . . .	35
<b>3. На космодроме . . . . .</b>	<b>36</b>
3.1. Первые космические полеты. . . . .	36
3.2. С первой космической. . . . .	36
3.3. Выстрел ракетой в Луну . . . . .	36
3.4. Спутник упал . . . . .	37

3.5. Стыковки на орбите . . . . .	37
3.6. Суточный спутник . . . . .	37
3.7. Ориентация в пространстве . . . . .	38
3.8. От Солнца до Земли . . . . .	38
3.9. Спрыгнуть с астероида . . . . .	38
3.10. Карта Луны . . . . .	38
3.11. Космический мусор . . . . .	38
3.12. Странные космодромы. . . . .	40
3.13. К антиподам . . . . .	40
3.14. К антиподам разными путями. . . . .	40
3.15. Связь между полюсами . . . . .	40
3.16. Маршрут по Луне . . . . .	41
3.17. Посадка на Марс. . . . .	41
3.18. Летим на Солнце. . . . .	41
3.19. Взлетаем . . . . .	41
3.20. Из пушки на Луну-1 . . . . .	41
3.21. Из пушки на Луну-2 . . . . .	41
3.22. Бег в невесомости. . . . .	41
3.23. Объехать астероид. . . . .	42
3.24. Маятник. . . . .	42
3.25. Спасти космонавтов. . . . .	42
3.26. Слабая ракета . . . . .	42
3.27. К центру Галактики . . . . .	42
3.28. Измеряем плотность планеты . . . . .	43
3.29. БАК и черная дыра. . . . .	43
3.30. Земля в иллюминаторе . . . . .	43
<b>4. В Солнечной системе. . . . .</b>	<b>45</b>
4.1. Восьмая или девятая? . . . . .	45
4.2. Сезон великих противостояний. . . . .	45
4.3. Птолемей. . . . .	45
4.4. Светло ли на Плутоне? . . . . .	46
4.5. Когда на Плутоне светлее? . . . . .	46
4.6. Луна готовит побег? . . . . .	46
4.7. Фазы Луны . . . . .	46
4.8. Куда падает Луна? . . . . .	47
4.9. Экспедиции к Луне. . . . .	47
4.10. Упасть на Луне . . . . .	47
4.11. Восход Земли на Луне-1 . . . . .	47

4.12. Восход Земли на Луне-2 . . . . .	48
4.13. Полярная Луны . . . . .	48
4.14. Приливы . . . . .	48
4.15. Земля остановилась . . . . .	49
4.16. Метеоритные кратеры на Венере . . . . .	49
4.17. Ошибки в системах мира . . . . .	49
4.18. Солнце с крыльями . . . . .	49
4.19. Земля и Марс . . . . .	50
4.20. Марс и Земля . . . . .	50
4.21. Проект «Марс» . . . . .	50
4.22. Марсоход . . . . .	50
4.23. Полет к Сатурну . . . . .	50
4.24. Пепельный свет Титана . . . . .	51
4.25. Кольцо Сатурна . . . . .	51
<b>5. В гостях у братьев Стругацких . . . . .</b>	<b>52</b>
5.1. «Подсолнечник» над Леонидой . . . . .	52
5.2. Обозреваем окрестности . . . . .	52
5.3. Стажеры-1 . . . . .	53
5.4. Стажеры-2 . . . . .	53
5.5. Рефракция . . . . .	53
5.6. «Хиус» над полигоном . . . . .	54
5.7. Путь на Амальтею-1 . . . . .	54
5.8. Путь на Амальтею-2 . . . . .	55
5.9. Путь на Амальтею-3 . . . . .	55
5.10. Радиомаяк на Венере . . . . .	55
5.11. Созвездия на Фобосе . . . . .	55
5.12. Венера . . . . .	56
5.13. Спутник Венеры . . . . .	57
5.14. Перевернутая радуга . . . . .	57
5.15. Вогнутое зеркало . . . . .	57
5.16. Испытания «Хиуса» . . . . .	59
5.17. Стремительный «Хиус» . . . . .	60
5.18. Температура Венеры . . . . .	60
5.19. Высокое напряжение . . . . .	61
5.20. В недрах Юпитера . . . . .	61
<b>6. Астрономические часы . . . . .</b>	<b>63</b>
6.1. 24 часа . . . . .	63
6.2. Время остановилось . . . . .	63



6.3. Гарри Поттер . . . . .	63
6.4. Наше время . . . . .	63
6.5. Ломоносов и Венера . . . . .	63
6.6. Покрытия звезд Луной . . . . .	64
6.7. Неправильная полночь . . . . .	64
6.8. Догнать время . . . . .	64
6.9. Надежная широта . . . . .	64
6.10. Конец света . . . . .	64
6.11. Перелет к антиподам . . . . .	65
6.12. День равноденствия . . . . .	65
6.13. Начало века . . . . .	65
<b>7. Завтрак с астрофизиком . . . . .</b>	<b>66</b>
7.1. Человек против Солнца . . . . .	66
7.2. Солнце из угля . . . . .	66
7.3. Солнце сжимается . . . . .	66
7.4. Солнце гаснет . . . . .	66
7.5. Солнце испаряет Землю . . . . .	66
7.6. Пылинка у Солнца . . . . .	67
7.7. Прозрачное Солнце . . . . .	67
7.8. Пятно на Солнце . . . . .	67
7.9. Черный-черный... (задача-шутка) . . . . .	67
7.10. Почти со скоростью света . . . . .	67
7.11. Солнечный ветер-1 . . . . .	67
7.12. Солнечный ветер-2 . . . . .	67
7.13. Гиганты и карлики . . . . .	68
7.14. Нуклеосинтез . . . . .	68
7.15. Синтез гелия . . . . .	68
<b>8. Звездные системы . . . . .</b>	<b>69</b>
8.1. Скопление одинаковых звезд . . . . .	69
8.2. Скопление разных звезд . . . . .	69
8.3. Двигается звезда . . . . .	69
8.4. Сверхновая Тихо Браге . . . . .	69
8.5. Сверхновая Кеплера . . . . .	69
8.6. Хаббл на шаре . . . . .	70
8.7. Отверстие в небе . . . . .	70
8.8. Путешествие света . . . . .	70
8.9. «Гайя» смотрит на Солнце . . . . .	70
8.10. Андромеда и Треугольник . . . . .	70

8.11. Сколько скоплений в Галактике . . . . .	71
8.12. Столкновение с Андромедой. . . . .	71
8.13. Галактики столкнулись . . . . .	71
8.14. Перемены в звездном небе . . . . .	71
<b>9. Проверь себя . . . . .</b>	<b>72</b>
<b>Простые вопросы по астрономии . . . . .</b>	<b>72</b>
<b>Простые тесты по астрономии . . . . .</b>	<b>75</b>
<b>10. Ответы и решения . . . . .</b>	<b>115</b>
<b>1. Путешествия по Земле . . . . .</b>	<b>116</b>
1.1. Полярная . . . . .	116
1.2. Зима–лето . . . . .	116
1.3. Падают кометы. . . . .	117
1.4. К полюсу . . . . .	118
1.5. Где же юг? . . . . .	120
1.6. Гелиограф . . . . .	121
1.7. Где мы? . . . . .	121
1.8. Так где же мы? . . . . .	122
1.9. Знаки зодиака . . . . .	122
1.10. Лунный полярный круг . . . . .	123
1.11. Затмения . . . . .	126
1.12. Солнце в зените-1 . . . . .	127
1.13. Солнце в зените-2 . . . . .	127
1.14. Солнце внизу. . . . .	128
1.15. «Феникс» летит на Марс . . . . .	128
1.16. Земля – шар . . . . .	129
1.17. Голубая планета Земля. . . . .	129
1.18. Пепельный свет. . . . .	132
1.19. Звездопад. . . . .	135
1.20. Месяц всходит и заходит.... . . . .	136
1.21. Передвинем города. . . . .	136
1.22. «Наутилус» на Южном полюсе . . . . .	137
1.23. Урожайная Луна . . . . .	137
1.24. Горы и долины. . . . .	138
1.25. Короткие сумерки . . . . .	139
1.26. Полная Луна . . . . .	140
1.27. Арктический НЛО. . . . .	140
1.28. Календарь Магеллана. . . . .	141

1.29. Прохождения Венеры . . . . .	141
1.30. Инспекция . . . . .	142
1.31. Эх, раз! Еще раз? . . . . .	142
1.32. Замкнутый маршрут . . . . .	142
1.33. На все четыре стороны . . . . .	143
1.34. Небо вверх ногами . . . . .	143
1.35. Что позади? . . . . .	144
1.36. Зимний пейзаж . . . . .	144
1.37. Подзорная труба . . . . .	144
<b>2. Визит в обсерваторию . . . . .</b>	<b>145</b>
2.1. Темная сторона Луны . . . . .	145
2.2. Тропики . . . . .	145
2.3. Вакуумный телескоп . . . . .	147
2.4. Взгляд со стороны . . . . .	147
2.5. Дневные звезды-1 . . . . .	148
2.6. Дневные звезды-2 . . . . .	151
2.7. Круги на небе . . . . .	151
2.8. Масштаб изображения . . . . .	152
2.9. Миллион снимков «Хаббла» . . . . .	152
2.10. Ртутный телескоп . . . . .	152
2.11. На мысе Доброй Надежды . . . . .	154
2.12. Поиск планет у Солнца-1 . . . . .	154
2.13. Поиск планет у Солнца-2 . . . . .	155
2.14. Поиск планет у Солнца-3 . . . . .	155
2.15. Снимок издалека . . . . .	156
2.16. Наблюдаем Марс . . . . .	156
2.17. Свеча на Луне . . . . .	157
2.18. «Модные» телескопы . . . . .	157
2.19. Мира Кита . . . . .	157
2.20. Радионебо . . . . .	157
2.21. За орбитой Плутона . . . . .	158
2.22. Откуда лучше видно? . . . . .	158
2.23. Спичка . . . . .	159
2.24. Черное облако . . . . .	159
2.25. Межзвездные пылинки . . . . .	159
2.26. Полюс эклиптики . . . . .	160
2.27. Солнечный телескоп . . . . .	160

<b>3. На космодроме</b> . . . . .	<b>161</b>
3.1. Первые космические полеты. . . . .	161
3.2. С первой космической. . . . .	161
3.3. Выстрел ракетой в Луну . . . . .	162
3.4. Спутник упал . . . . .	163
3.5. Стыковки на орбите. . . . .	164
3.6. Суточный спутник . . . . .	164
3.7. Ориентация в пространстве . . . . .	165
3.8. От Солнца до Земли . . . . .	166
3.9. Спрыгнуть с астероида . . . . .	166
3.10. Карта Луны . . . . .	167
3.11. Космический мусор . . . . .	168
3.12. Странные космодромы. . . . .	169
3.13. К антиподам . . . . .	170
3.14. К антиподам разными путями. . . . .	172
3.15. Связь между полюсами . . . . .	172
3.16. Маршрут по Луне . . . . .	172
3.17. Посадка на Марс. . . . .	172
3.18. Летим на Солнце. . . . .	172
3.19. Взлетаем . . . . .	173
3.20. Из пушки на Луну-1 . . . . .	173
3.21. Из пушки на Луну-2 . . . . .	174
3.22. Бег в невесомости. . . . .	174
3.23. объехать астероид . . . . .	174
3.24. Маятник. . . . .	175
3.25. Спасти космонавтов. . . . .	175
3.26. Слабая ракета . . . . .	175
3.27. К центру Галактики . . . . .	176
3.28. Измеряем плотность планеты. . . . .	176
3.29. БАК и черная дыра . . . . .	176
3.30. Земля в иллюминаторе . . . . .	177
<b>4. В Солнечной системе.</b> . . . .	<b>178</b>
4.1. Восьмая или девятая? . . . . .	178
4.2. Сезон великих противостояний . . . . .	178
4.3. Птолемей . . . . .	178
4.4. Светло ли на Плутоне? . . . . .	179
4.5. Когда на Плутоне светлее? . . . . .	179
4.6. Луна готовит побег? . . . . .	180

4.7. Фазы Луны . . . . .	180
4.8. Куда падает Луна? . . . . .	181
4.9. Экспедиции к Луне . . . . .	182
4.10. Упасть на Луне . . . . .	182
4.11. Восход Земли на Луне-1 . . . . .	183
4.12. Восход Земли на Луне-2 . . . . .	183
4.13. Полярная Луны . . . . .	184
4.14. Приливы . . . . .	184
4.15. Земля остановилась . . . . .	185
4.16. Метеоритные кратеры на Венере . . . . .	186
4.17. Ошибки в системах мира . . . . .	187
4.18. Солнце с крыльями . . . . .	187
4.19. Земля и Марс . . . . .	187
4.20. Марс и Земля . . . . .	188
4.21. Проект «Марс» . . . . .	188
4.22. Марсоход . . . . .	190
4.23. Полет к Сатурну . . . . .	190
4.24. Пепельный свет Титана . . . . .	190
4.25. Кольцо Сатурна . . . . .	191
<b>5. В гостях у братьев Стругацких . . . . .</b>	<b>193</b>
5.1. «Подсолнечник» над Леонидой . . . . .	193
5.2. Обозреваем окрестности . . . . .	194
5.3. Стажеры-1 . . . . .	195
5.4. Стажеры-2 . . . . .	196
5.5. Рефракция . . . . .	196
5.6. «Хиус» над полигоном . . . . .	199
5.7. Путь на Амальтею-1 . . . . .	200
5.8. Путь на Амальтею-2 . . . . .	200
5.9. Путь на Амальтею-3 . . . . .	201
5.10. Радиомаяк на Венере . . . . .	201
5.11. Созвездия на Фобосе . . . . .	201
5.12. Венера . . . . .	202
5.13. Спутник Венеры . . . . .	202
5.14. Перевернутая радуга . . . . .	203
5.15. Вогнутое зеркало . . . . .	203
5.16. Испытания «Хиуса» . . . . .	204
5.17. Стремительный «Хиус» . . . . .	205
5.18. Температура Венеры . . . . .	205

5.19. Высокое напряжение . . . . .	207
5.20. В недрах Юпитера . . . . .	207
<b>6. Астрономические часы . . . . .</b>	<b>209</b>
6.1. 24 часа . . . . .	209
6.2. Время остановилось . . . . .	209
6.3. Гарри Поттер . . . . .	210
6.4. Наше время . . . . .	210
6.5. Ломоносов и Венера . . . . .	210
6.6. Покрытия звезд Луной . . . . .	210
6.7. Неправильная полночь . . . . .	211
6.8. Догнать время . . . . .	211
6.9. Надежная широта . . . . .	211
6.10. Конец света . . . . .	213
6.11. Перелет к антиподам . . . . .	214
6.12. День равноденствия . . . . .	214
6.13. Начало века . . . . .	215
<b>7. Завтрак с астрофизиком . . . . .</b>	<b>216</b>
7.1. Человек против Солнца . . . . .	216
7.2. Солнце из угля . . . . .	217
7.3. Солнце сжимается . . . . .	217
7.4. Солнце гаснет . . . . .	219
7.5. Солнце испаряет Землю . . . . .	219
7.6. Пылинка у Солнца . . . . .	221
7.7. Прозрачное Солнце . . . . .	222
7.8. Пятно на Солнце . . . . .	222
7.9. Черный-черный . . . . .	223
7.10. Почти со скоростью света . . . . .	224
7.11. Солнечный ветер-1 . . . . .	224
7.12. Солнечный ветер-2 . . . . .	224
7.13. Гиганты и карлики . . . . .	224
7.14. Нуклеосинтез . . . . .	225
7.15. Синтез гелия . . . . .	225
<b>8. Звездные системы . . . . .</b>	<b>226</b>
8.1. Скопление одинаковых звезд . . . . .	226
8.2. Скопление разных звезд . . . . .	226
8.3. Двигается звезда . . . . .	227

---

8.4. Сверхновая Тихо Браге . . . . .	227
8.5. Сверхновая Кеплера . . . . .	227
8.6. Хаббл на шаре . . . . .	228
8.7. Отверстие в небе . . . . .	228
8.8. Путешествие света . . . . .	228
8.9. «Гайя» смотрит на Солнце . . . . .	230
8.10. Андромеда и Треугольник . . . . .	230
8.11. Сколько скоплений в Галактике . . . . .	230
8.12. Столкновение с Андромедой . . . . .	230
8.13. Галактики столкнулись . . . . .	231
8.14. Перемены в звездном небе . . . . .	231
<b>9. Простые вопросы по астрономии . . . . .</b>	<b>233</b>
<b>Простые тесты по астрономии . . . . .</b>	<b>239</b>
Литература . . . . .	240
Использованные иллюстрации . . . . .	240

# Предисловие

**Б**ыть культурным человеком — значит иметь ясное представление о мире, в котором ты живешь. Мир в целом, до его самых дальних пределов, изучает астрономия и пограничные с ней науки — астрофизика, астрохимия, астробиология. Знакомство с этими космическими науками развивает любознательность и стимулирует интерес к другим естественно-научным предметам — физике, химии, биологии, математике. Но простое накопление знаний не может удовлетворить любознательного человека. Знания должны работать, их нужно уметь применять. Нынешние средства связи заливают нас потоком информации, в котором есть сведения чрезвычайно важные и интересные, но нередко встречаются ошибочные и даже лживые. Только активное знание помогает фильтровать эти потоки и получать из них ту информацию, которая развивает наш интеллект, а не засоряет мозг.

Не буду вас убеждать, насколько полезен при изучении любого предмета хороший задачник с подробными решениями. Каждый из нас понимает, что «знать» и «уметь» — далеко не одно и то же. Именно задачники учат нас уметь. Много лет я преподаю астрономию в МГУ и ясно вижу разницу между студентами, прошедшими через олимпиады (т. е. склонными к решению нестандартных задач) и простыми зубрилами, поступившими по баллам ЕГЭ. Олимпиадники стремительно выходят вперед, на 3–4-м курсах начинают активно заниматься наукой, к 6-му курсу имеют достойные публикации, а после окончания университета успешно делают академическую карьеру. В конце концов, что такое наука, если не умение ставить задачи и решать их? Впрочем, и другие стороны нашей жизни требуют тех же навыков. Возможно, именно поэтому наш биологический вид выжил и добился столь многого, что в человека заложена потребность искать и разгадывать загадки. Мы не можем пройти мимо кроссворда, мы с удовольствием читаем детективы, а вечером у телевизора предпочтем «Что? Где? Когда?» любой другой передаче. Каждая разгаданная загадка, каждая решенная задача поднимает нашу самооценку.



Но хороший задачник невозможно «сесть и написать». Оригинальные задачи рождаются нечасто. Создать профессиональный и самобытный задачник – это, смею вас заверить, большой труд, но и коэффициент его полезного действия невероятно высок: физикам не нужно напоминать, какую роль в их образовании сыграла тоненькая книжечка «Задачи Петра Капицы».

Мы с коллегами уже несколько десятилетий проводим астрономические олимпиады в Москве, России и на международных площадках. Эти турниры стимулировали не только будущих «звездочетов», но и успешных людей других профессий. 20 лет назад я собрал наши лучшие задачи, сопроводив их подробными решениями (Сурдин В. Г. Астрономические олимпиады, М.: МГУ, 1995), и эта книга до сих пор успешно «работает». Позже было еще несколько сборников более простых задач. А теперь пришло время для нового, в котором отражаются изменения последних лет.

Эти изменения, с одной стороны, тревожат меня, с другой – радуют. Уже немало лет, как астрономия изгнана из средней школы. Это печально. Но интерес к ней у молодых людей велик, и это радует. В МГУ уже несколько лет мы читаем межфакультетские курсы со свободной записью студентов, и я рад, что на моем курсе «Основы астрономии» максимальное количество слушателей. Кроме этого, интернет дал возможность преподавать online, и мои астрономические курсы ежегодно посещает более 10 тысяч слушателей. Возрастной и профессиональный состав слушателей стал очень широким, и я постарался учесть это в новом задачнике.

Читайте, решайте, наслаждайтесь. Желаю удачи!

*В. Г. Сурдин, январь 2017.*



# 1 Путешествия по Земле

## 1.1. Полярная

Любитель астрономии купил телескоп на экваториальной монтировке с хорошим часовым механизмом и перед началом наблюдений принялся ориентировать часовую ось на северный полюс мира. К счастью, вдоль часовой оси было проделано специальное отверстие, глядя в которое любитель нашел Полярную звезду и закрепил монтировку в таком положении. Сможет ли он при этом проводить визуальные и фотографические наблюдения?

## 1.2. Зима—лето

Казалось бы, тривиальный вопрос: «Что служит причиной смены сезонов на Земле, т. е. почему бывают зима и лето?» Но ведь каждый третий дает на него неверный ответ. А вы?

## 1.3. Падают кометы

Из многочисленных песен с популярным названием «Звездный дождь» нас привлекла лишь одна. Вот два ее куплета:

Падают кометы, освещая ночь,  
Будет до рассвета длиться звездный дождь.  
Лунный диск качается, словно в полусне,  
Ты со мной прощаешься, я с тобою нет.

Он как невидимка, этот звездный дождь.  
Каждую дождинку спрячет — не найдешь.  
Капли превращаются в пыль чужих планет,  
Ты со мной прощаешься, я с тобою нет.

Оставив в стороне поэзию, проанализируйте этот текст с астрономической точки зрения. На какие явления намекает автор? В чем он прав, а в чем нет?

### 1.4. К полюсу

Самолет взлетел на экваторе в 00:00 по Гринвичу и со скоростью 900 км/час летит на север точно в направлении стрелки магнитного компаса. В котором часу он пролетит над Северным географическим полюсом?

### 1.5. Где же юг?

Приезжий шел по центральной части Москвы днем в облачную погоду и спросил прохожего, как ему пройти к Главному зданию МГУ. Прохожий, как и любой москвич, торопился, поэтому, не останавливаясь, ответил: «Это на юге. Двигайтесь на юг».

«Легко сказать, – подумал приезжий. – Кто же знает, где тут у вас юг?» Время близилось к полудню, поэтому, как опытный турист, он поднял голову в поисках солнца, но увидел лишь однородно-серое небо. Однако, недолго поразмыслив, приезжий уверенно повернул в нужную сторону и отправился к высотному зданию МГУ. Знание астрономии подсказало ему верное направление. Что же стало для него ориентиром?

### 1.6. Гелиограф

В технике связи гелиограф – это оптический телеграф, устройство для передачи информации на расстояние посредством световых вспышек. Главной частью гелиографа служит закрепленное в рамке зеркало, наклонами которого производится сигнализация серией вспышек солнечного света (т. е. «солнечным зайчиком») в на-



Использование гелиографа в годы Первой мировой войны. Турецкая армия, 1917 г.

правлении получателя сигнала. В качестве кодировки, как правило, используется азбука Морзе. Обычно гелиографы выполнялись мобильными и монтировались на треноге. Были широко распространены в армиях многих стран в XIX и начале XX в. (в армии Великобритании и Австралии – вплоть до 1960-х). Дальность связи в хороших условиях (солнечный день, чистая атмосфера) могла превышать 50 км.

Рекорд дальности связи посредством гелиографа был поставлен в США в 1894 г.: расстояние между точками передачи и приема составило 295 км, обе располагались на горных вершинах.

*Вопрос:* какова была высота гор?

### **1.7. Где мы?**

Совершая транстихоокеанское путешествие, морской лайнер разбился о рифы, и пассажиры оказались на маленьком острове посреди океана. Это не очень их расстроило, а некоторых даже обрадовало, учитывая отличный климат острова и огромный запас консервированных продуктов, спасенных из корабельного камбуза. Лишь одно не давало путешественникам покоя: все они мечтали впервые в жизни пересечь экватор и жаждали узнать, произошло это уже или нет. Среди пассажиров нашелся молодой профессор физики, неплохой знаток астрономии; он пообещал друзьям по приключению определить ночью по созвездиям, в каком полушарии Земли они оказались. Но одна нетерпеливая молодая блондинка потребовала сделать это немедленно: «Я не могу ждать до ночи! Я умру от нетерпения, ведь сейчас только полдень!» Профессор улыбнулся, вынул из кармана карандаш и воткнул его в песок. Затем он прочертил пальцем на песке линию вдоль тени карандаша и объявил: «Если через пять минут...» – после чего, наклонившись к уху юной особы, продолжил фразу шепотом. «Неужели все так просто?! – воскликнула девушка и стрельнула в профессора глазками. – Вы гений!» Профессор смущенно улыбнулся, повернулся к остальным «робинсонам» и, пообедав их взглядом – как студентов в аудитории, – спросил: «А вы, друзья мои, уже догадались, что я прошептал на ухо этой юной леди?»

### **1.8. Так где же мы?**

История из предыдущей задачи неожиданно получила продолжение. Не прошло и минуты с того момента, как путешественники начали следить за тенью карандаша, как юная блондинка вскочила

от нетерпения и объявила: «Я не могу ждать так долго – целых пять минут! А если за это время на солнце набежит тучка? Тогда мы вообще не узнаем, куда забросила нас судьба! Сейчас же скажите мне, в каком мы полушарии!»

Профессор смущенно улыбнулся и спросил окружающих, нет ли у кого-нибудь с собой компаса. Один из бывалых туристов снял с руки часы, в ремешок которых был вделан маленький магнитный компас, и протянул их профессору. Тот вручил компас нетерпеливой девушке и объяснил: «Если синий, северный, конец стрелки...» – дальше он вновь перешел на шепот, так что окружающие не слышали конца инструкции. «Ну вот! – воскликнула девушка. – Оказывается, все так просто. И не нужно ждать пять минут!» Окружающие недоуменно переглянулись: неужели действительно все так просто и мы сейчас узнаем, в каком полушарии находимся?

А вы, уважаемый читатель, знаете, как с помощью компаса понять, в каком полушарии Земли вы находитесь?

### 1.9. Знаки зодиака

Осенью 2016 г. бульварная пресса многих стран возбудилась по поводу 13-го знака зодиака. Якобы «по данным NASA знаки зодиака большинства людей на самом деле другие», и, мол, NASA настаивает на введении нового знака зодиака – знака Змееносца. Когда астрономы объяснили журналистам, в чем тут дело, страсти улеглись, а некоторые представители печати даже взялись за развенчание мифа.

В конце октября я летел в самолете и, поскольку перелет был недолгим – всего полчаса, – не стал доставать из багажа книгу, а принялся пролистывать дежурный журнал авиакомпании, услужливо вложенный в спинку кресла передо мной. Под рубрикой «Наука» в нем обнаружилась статья «Тринадцатый знак». Ее автор – Ксения Л. – решила объяснить читателю, что к чему со знаками зодиака. Она написала:

❧ Шокирующее заявление про смену знаков зодиака – это, конечно, «утка». На самом деле издания, которые растиражировали эту новость, просто не разобрались в вопросе и выжали сенсацию из достаточно простого факта, который известен всем людям, интересующимся изучением звездного неба.

Реальность же состоит в том, что знаки зодиака – это условность и они не соответствуют реальному положению созвездий на не-

бе. И вообще созвездий в зодиакальном поясе не 12, а 13. Именно об этом и говорил текст, размещенный на образовательном портале NASA. Ученые всего лишь напомнили, что положение созвездий относительно эклиптики Солнца постоянно меняется из-за прецессии.

Здесь мы остановимся. Заметили ошибку?

Читаем дальше:

“ О существовании тринадцатого знака зодиака упоминали еще в 70-е годы прошлого века. Тогда ученые говорили о том, что помимо Змееносца в ближайшем будущем можно будет говорить о 14-м созвездии зодиакального круга — Ките.

А что вы думаете об этом утверждении?

### **1.10. Лунный полярный круг**

Хорошо известно, что такое на Земле «полярный круг» и как он связан с сезонным ходом Солнца. Аналогичный «полярный круг» имеется на земном шаре и для Луны. Найдите широту «лунного полярного круга», если наклон плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики составляет примерно  $5^\circ$ .

### **1.11. Затмения**

Лунные затмения происходят, когда Луна попадает в тень Земли, а солнечные — когда Луна «наползает» на диск Солнца. Но угловой размер земной тени у орбиты Луны в несколько раз больше углового размера солнечного диска. Почему же тогда солнечные затмения происходят в несколько раз чаще лунных? Речь идет о затмениях, при которых один из дисков (Луны, Солнца или земной тени) касается другого или накладывается на него частично или полностью. Для лунных это полные и частные теневые затмения, а для солнечных — полные, кольцеобразные, гибридные (т. е. полные, переходящие в кольцеобразные, либо наоборот) и частные затмения.

### **1.12. Солнце в зените-1**

Сколько раз в году на экваторе Солнце бывает в зените?

### **1.13. Солнце в зените-2**

Немного изменим условие предыдущей задачи: сколько раз в году на Земле Солнце бывает в зените?

### **1.14. Солнце внизу**

Можно ли наблюдать нижнюю кульминацию Солнца?

### 1.15. «Феникс» летит на Марс

Питер Смит, руководивший подготовкой зонда «Феникс» (NASA), так вспоминает момент его старта к Марсу с мыса Канаверал (Флорида):

“ Ранним утром 4 августа 2007 г. начался обратный отсчет. Я вышел из диспетчерской, чтобы посмотреть на старт «вживую». Было четверть шестого утра, на небе были звезды, а на востоке сиял Марс.

Могло ли так быть?

### 1.16. Земля – шар

Часто можно услышать, что наша Земля – шар. С какой точностью верно это утверждение?

### 1.17. Голубая планета Земля

Как астрономы узнали задолго до первых полетов в космос, какого цвета наша Земля, если наблюдать ее с большого расстояния?

### 1.18. Пепельный свет

Из статьи известного российского астронома, одного из «отцов» отечественной астрофизики Гавриила Адриановича Тихова «Пепельный свет Луны» (Природа, 1914, № 12, с. 1395–1399):

“ В ясные вечера ранней весны, когда над западной частью горизонта видна молодая Луна в виде узкого серпа, нетрудно заметить и остальную часть Луны, освещенную гораздо слабее, чем серп. Этот слабый свет и носит наименование пепельного света Луны. Пепельный свет хорошо виден также осенью, на востоке.

Попробуйте ответить на вопросы:

- 1) В чем причина слабого свечения темной стороны Луны?
- 2) Наблюдается ли это свечение на обратной стороне Луны?
- 3) Почему пепельный свет Луны заметнее весной на западе, а осенью на востоке?

### 1.19. Звездопад

В типичных условиях наблюдатель фиксирует 5–10 метеоров в час. Полагая, что метеор вспыхивает на высоте 90 км, оцените, сколько их всего вспыхивает за час в атмосфере Земли. А много ли массы метеорного вещества попадает на Землю?

### 1.20. Месяц всходит и заходит...

Из стихов Новеллы Матвеевой:

Каждую ночь,  
Горя не зная,  
Всходит луна,  
Как заводная.

Так ли это на самом деле?

### 1.21. Передвинем города

В книге Б. Паркера «Мечта Эйнштейна» (М.: Наука, 1991, с. 191) есть такое утверждение:

“Если передвинуть абсолютно все города и деревни на Земле на 100 км вправо, то ничего не изменится; расстояние между Нью-Йорком и Лос-Анджелесом останется тем же.

Верно ли это, если понимать «вправо» как «по долготе на восток»?

### 1.22. «Наутилус» на Южном полюсе

Описывая путешествия подводной лодки «Наутилус», Жюль Верн заметил:

“Когда «Наутилус» еще был на Южном полюсе, созвездия блистали с удивительной ясностью. В зените сиял чудный Южный Крест — полярная звезда антарктических стран.

В чем ошибся писатель? А в чем оказался провидцем?

### 1.23. Урожайная Луна

В какое время года и на каких географических широтах полная Луна в течение нескольких дней восходит практически в одно и то же время суток? Почему ночное светило в эти сезоны называют «урожайной Луной» (Harvest Moon)?

### 1.24. Горы и долины

Почему высота самой высокой горы меньше, чем глубина самой глубокой морской впадины?

### 1.25. Короткие сумерки

Аркадий Аверченко и Георгий Ландау пишут в повести «Экспедиция в Западную Европу сатириконцев: Южакина, Сандерса, Мифасова и Крысакова»:

“Солнце склонялось к закату... В вагоне сразу стемнело.

— Удивительно, как на юге быстро наступает ночь, — заметил Мифасов. — Не успеешь оглянуться, как уже и стемнело.

— Удивительно, как вы все знаете, — саркастически заметил Сандерс.



— В вас меня удивляет обратное, — возразил Мифасов.

Вдруг в вагоне стало проясняться, и опять дневной свет ворвался в окно.

— Удивительно, — захихикал Сандерс, — как на юге быстро светлеет.

Поезд опять нырнул в туннель.

— Удивительно, — сказал Крысаков, — как на юге быстро темнеет...

Ну а если серьезно: почему в экваториальных областях Земли вечером сумерки длятся недолго и темнеет очень быстро, а утром быстро наступает рассвет?

### 1.26. Полная Луна

В романе Михаила Булгакова «Мастер и Маргарита» описан майский вечер в Москве на Патриарших прудах:

“ Небо над Москвой как бы выцвело, и совершенно отчетливо была видна в высоте полная Луна, но еще не золотая, а белая.

Какую неточность допустил здесь писатель?

### 1.27. Арктический НЛО

В книге Михаила Герштейна «Тайны НЛО и пришельцев» (М.: АСТ; СПб: Сова, 2007) на с. 159–160 читаем:

“ Флаг-штурман Полярного управления гражданской авиации, заслуженный штурман СССР Валентин Аккуратов тоже неоднократно встречался с «тарелками». Одна из его встреч с неведомым произошла 10 апреля 1973 года: «В период полярного дня примерно в 700 км к юго-юго-востоку от Северного полюса вместе с пятью остальными членами экипажа нашего самолета я наблюдал полет дискообразного объекта неизвестной природы. Мы шли на высоте 2600 м, температура воздуха была минус 38 градусов, погода стояла ясная, видимость отличная. Странный диск имел металлический отблеск. Он шел в сторону полюса на очень большой скорости, и нам удалось его наблюдать лишь в течение 1,5–2 минут. Инверсионного следа он не давал и ни на один из существующих летательных аппаратов не подходил».

До сих пор ни у кого не повернулся язык упрекнуть в чем-то знаменитого полярного летчика, награжденного десятками орденов и медалей за участие в войне в Арктике и полярных экспедициях. Он совершил первый в мире ночной полет на Северный полюс, участвовал в высадке на дрейфующий лед зимовщиков целых 20 станций, поднял флаг СССР над «полюсом недоступности». Валентин Иванович был опытейшим пилотом и знатоком арктического неба. Он четырежды

наблюдал НЛО и не скрывал этого, несмотря на негативное отношение начальства.

Вот такая история. А вы сможете указать на географической карте точку, над которой произошла встреча летчиков с НЛО?

### **1.28. Календарь Магеллана**

Вернувшись из кругосветного путешествия, моряки из экспедиции Магеллана обнаружили, что их календарь расходится с портовым календарем на один день. Какой из календарей был впереди – корабельный или портовый – и почему?

### **1.29. Прохождения Венеры**

Прохождения Венеры по диску Солнца за последние столетия происходили и произойдут в следующие даты:

XVII в. 7 декабря 1631 г. и 4 декабря 1639 г.

XVIII в. 6 июня 1761 г. и 4 июня 1769 г.

XIX в. 9 декабря 1874 г. и 6 декабря 1882 г.

XXI в. 8 июня 2004 г. и 6 июня 2012 г.

XXII в. 11 декабря 2117 г. и 8 декабря 2125 г.

*Вопросы:*

1) Почему прохождения Венеры наблюдаются только в начале июня и декабря?

2) Почему прохождения группируются парами и между двумя последовательными прохождениями проходит 8 лет?

3) Почему между парами прохождений проходит либо 121,5, либо 105,5 лет?

### **1.30. Инспекция**

На полярную научную станцию «Северный полюс-2018» прибыла инспекция, начальство из Москвы. Выйдя из самолета, руководитель комиссии осмотрелся и недовольно заметил: «Непорядок: почему не отмечено положение земной оси? Ученые люди, а не знаете, что через Северный полюс проходит ось вращения Земли!». Как вы думаете, что ответил ему на это замечание начальник станции?

### **1.31. Эх, раз! Еще раз?**

Звезда вошла над (математическим) горизонтом в 00 часов 01 минуту по местному времени. Сколько еще раз она пересечет горизонт в данном пункте в течение этих суток?

### 1.32. Замкнутый маршрут

Из какой точки на земном шаре нужно выйти, чтобы, пройдя 100 км на юг, затем 100 км на восток и 100 км на север, оказаться в исходной точке?

### 1.33. На все четыре стороны

Человек прошел 10 км на север, 10 км на запад, 10 км на юг и 10 км на восток, вернувшись при этом в исходную точку. Откуда он вышел?

### 1.34. Небо вверх ногами

Поэт Лев Рубинштейн впервые посетил США весной 1991 г.. Его первое впечатление об Америке, как пишет с его слов Матвей Ганопольский (<http://m.golos-ameriki.ru/a/253224.html>),

“...усугублялось тем, что это другое полушарие. Например, в том же Сан-Франциско меня страшно поразила карта звездного неба, перевернутая наизнанку. Большая Медведица то ли вверх ногами, то ли вниз — там все было наоборот! Причем я это не сразу понял, не так уж я хорошо знаю карту звездного неба, но потом мне объяснили, что здесь все перевернуто.

Проанализируйте слова поэта.

### 1.35. Что позади?

Посмотрите на это фото полной Луны и угадайте, что в этот момент было позади фотографа (фото: Aaron J. Groen).



### 1.36. Зимний пейзаж

Какое время суток изобразил художник на этом пейзаже? Что можно сказать о наблюдательности художника?



### 1.37. Подзорная труба

В радиопостановке по роману Ж. Верна «Таинственный остров» в тот момент, когда путешественники обнаружили выброшенный на берег сундук с полезными вещами, один из них, вынув из сундука подзорную трубу и осмотрев в нее морскую гладь, воскликнул: «Господа, миль на 100 вокруг не видно обломков кораблекрушения!» Каково было увеличение подзорной трубы?

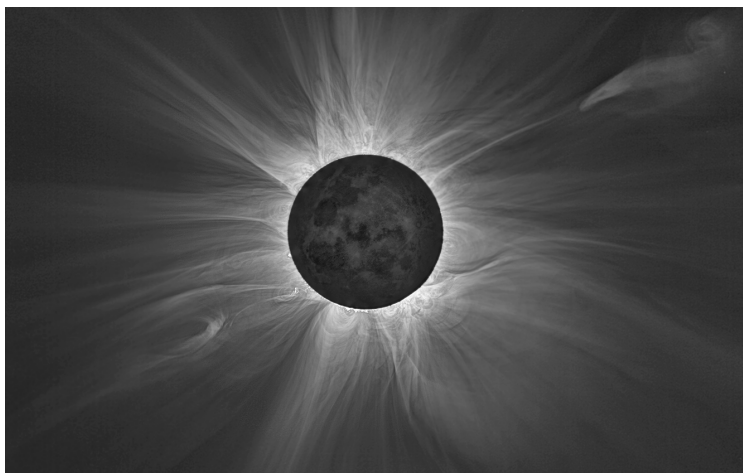




# Визит в обсерваторию

## 2.1. Темная сторона Луны

Почему во время полного солнечного затмения поверхность Луны все же удастся сфотографировать? Ведь Солнце в этот момент освещает только обратную сторону Луны.



Солнечное затмение 2013 г. Фото: Constantinos Emmanoulidis,  
обработка: Miloslav Druckmüller

## 2.2. Тропики

Линия тропика в северном полушарии Земли (параллель  $23,4^\circ$  с. ш.) исторически называется тропиком Рака, а в южном (параллель  $23,4^\circ$  ю. ш.) – тропиком Козерога. Когда и почему установили такие названия? Быть может, по тем животным, которые на этих широтах водятся? Насколько правильны эти названия сейчас, в XXI веке?

## 2.3. Вакуумный телескоп

В конце XX в. у некоторых солнечных телескопов из трубы стали выкачивать воздух. В чем смысл такого «вакуумного» телескопа?

## 2.4. Взгляд со стороны

Двойная звезда Дзета Сетки ( $\zeta$  Сетки, Zeta Reticuli) имеет координаты  $\alpha = 3^{\text{h}} 18^{\text{m}}$ ,  $\delta = -62^{\circ} 32'$  и состоит из двух почти одинаковых компонентов, разделенных на небе углом  $5,2'$ . Их блеск в фильтре V составляет  $5,52^{\text{m}}$  и  $5,22^{\text{m}}$ , а спектральные классы – G4V и G2V. Лучевая скорость этой системы  $+12,2$  км/с. Если бы у одной из этих звезд была обитаемая планета, то какой блеск имело бы наше Солнце на ее небе? И вообще – что записали бы ее астрономы в свои каталоги по поводу нашего Солнца?

## 2.5. Дневные звезды-1

Из статьи одного астронома:

“ К нам на астрономическую обсерваторию за тридевять земель, с пересадками, с маленькими детьми нет-нет да и приезжают люди, движимые желанием в разгар дня полюбоваться звездами... Казалось бы, чего стоит немного подумать и понять, что звездное небо днем не видно, хоть ты что с ним делай, ибо свет звезд не может соперничать с небесной синевой? Это избавило бы от долгой, тяжелой и бесполезной дороги. Когда это пытаешься объяснить, тебя не понимают. «Что-то он темнит, этот астроном. Ведь у него есть телескоп! Зачем нужен телескоп, если для наблюдений за звездами все равно приходится ждать ночи?» И астронома начинают уговаривать: «А может быть, все-таки попробуем? Мы с детьми, мы не можем ночью. Дайте нам взглянуть в телескоп, вдруг мы что-нибудь увидим?» Получив совершенно честный ответ: «Вы не увидите ничего», посетители уходят с ощущением, что их обманули.

*Вопрос:* так ли уж беспочвенны ожидания дневных посетителей обсерватории?

## 2.6. Дневные звезды-2

В этом задачнике мы еще не раз обратимся к «замечательной» детской книжке С. Зигуненко «Почему Луна на Землю не падает?» (М.: Издательство АСТ, 2015) из серии «Почемучкины книжки». Ее автор берется рассуждать и о Луне, и о звездах, не имея глубоких знаний по астрономии. Например, читаем на с. 45:

“ Днем мы звезд не видим – это происходит потому, что свет, испускаемый ими, значительно слабее света солнечного. Обрати внимание: ночью кажется, что фонари светят очень ярко. А вот днем-то их почти не видно...»