

УДК 524.8
ББК 22.632

Данная книга издана в рамках совместного
проекта Политехнического музея
и издательства ООО «Альпина нон-фикшн»

ПОЛИТЕХ АНО

Научный редактор
Анатолий Засов,
доктор физико-математических наук
Редактор
Дмитрий Мамонтов

П58 Попов С.
Вселенная. Краткий путеводитель по пространству и времени:
от Солнечной системы до самых далеких галактик и от Большого
взрыва до будущего Вселенной / Сергей Попов. — М.: Альпина нон-
фикшн, 2018. — 400 с.

ISBN 978-5-91671-726-6

УДК 524.8
ББК 22.632

Современная астрофизика — быстро развивающаяся наука, которая использует новейшие (и очень дорогие) приборы и суперкомпьютеры, дополняющие и меняющие астрономическую картину мира. Сегодня мы знаем, что живем в расширяющейся Вселенной, чей возраст составляет немногим менее 14 млрд лет. Нам известно, как синтезировались и синтезируются ядра элементов. Мы можем наблюдать разные стадии формирования звезд и планетных систем. Удастся даже разглядеть, как в дисках вокруг звезд образуются планеты. Тем не менее остается много вопросов и загадок. Что такое темное вещество и темная энергия? Как взрываются сверхновые разных типов? Как устроены черные дыры? Наконец, есть ли где-то еще жизнь во Вселенной и какой она может быть? В этой книге известный российский астрофизик и популяризатор науки Сергей Попов систематизирует сложившиеся научные представления о Вселенной и одновременно обращается к новейшим открытиям и нерешенным вопросам.

ISBN 978-5-91671-726-6

© ФОНД РАЗВИТИЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО МУЗЕЯ, 2018
© ООО «АЛЬПИНА НОН-ФИКШН», 2018

Содержание

Предисловие	15
Благодарности	19

Глава 1

Солнце 21

1.1	Строение Солнца и условия в недрах	23
1.2	Реакции в Солнце. Нейтрино	26
1.3	11-летний цикл активности	30
1.4	Солнечные пятна, протуберанцы и все-все-все	34
1.5	Солнечная корона и затмения	37
1.6	Гелиосейсмология	41
1.7	Солнечные вспышки и их опасность	45
1.8	Эволюция Солнца и жизнь на Земле	50

Глава 2

Солнечная система 57

2.1	Образование Солнечной системы	59
2.2	Планеты и их спутники	63
2.3	Астероиды	68
2.4	Пояс Койпера, Плутон и компания	73
2.5	Кометы и облако Оорта	77

Глава 3

Экзопланеты 83

3.1	Способы обнаружения и изучения экзопланет	85
3.2	Основные типы экзопланет	90
3.3	Формирование и миграция планет	94

Глава 4

Звезды и их эволюция 103

4.1	Расстояния до звезд	105
4.2	Устойчивость звезд и их структура	108
4.3	Диаграмма Герцшпрунга — Рассела. Цефеиды	111
4.4	Двойные и кратные звезды. Аккреция	116
4.5	Образование звезд. Три населения	121
4.6	Смена термоядерных реакций	124
4.7	Сверхновые	128

Глава 5

Синтез элементов и термоядерные реакции 135

5.1	Первичный состав. Реакции в ранней Вселенной. Первые звезды	137
5.2	Химическая эволюция Вселенной. Звезды	139

Глава 6

Компактные объекты: белые карлики и нейтронные звезды 147

6.1	Белые карлики	149
6.2	Нейтронные звезды	154

Глава	7		
	Черные дыры		161
7.1	Природа черных дыр. Коллапс		163
7.2	Кандидаты в черные дыры в тесных двойных системах		167
7.3	Сверхмассивные черные дыры		170
7.4	Первичные черные дыры и испарение Хокинга		175
Глава	8		
	Наша Галактика		179
8.1	Структура Галактики		181
8.2	Наше место в Галактике и структура наших окрестностей		185
8.3	Природа спиральных рукавов		188
8.4	Рассеянные и шаровые скопления		191
8.5	Сверхмассивная черная дыра — Sgr A*		195
8.6	Спутники Галактики. Местная группа		197
Глава	9		
	Межзвездная среда		201
9.1	Межзвездный газ и пыль. Состав среды		203
9.2	Поглощение света		206
9.3	Круговорот вещества в межзвездной среде		208
9.4	Межзвездные магнитные поля		210

Глава 10

Мир галактик 215

10.1	Типы галактик	217
10.2	Образование и взаимодействие галактик	222
10.3	Сверхмассивные черные дыры и активные ядра	226
10.4	Скопления галактик и крупномасштабная структура	231

Глава 11

Расширение Вселенной 237

11.1	Разбегание галактик. Закон Хаббла	239
11.2	Горизонт частиц и горизонт событий. Возраст Вселенной	242
11.3	Космологическое красное смещение	244
11.4	Геометрия Вселенной	246
11.5	Состав Вселенной. Темное вещество	249
11.6	Ускоренное расширение Вселенной. Темная энергия. Будущее Вселенной	253
11.7	Стадия инфляции	257
11.8	Ранняя Вселенная	260

Глава 12

Реликтовое излучение 265

12.1	Модель горячего Большого взрыва	267
12.2	Космологические данные по наблюдению реликта	269
12.3	Измерение температуры реликта в разные эпохи	272
12.4	Спектр первичных возмущений	273

Глава	13	
	Телескопы	277
13.1	Принцип работы телескопа	279
13.2	Рефракторы и рефлекторы	283
13.3	Современные оптические телескопы и проекты ближайшего будущего	286
13.4	Радиотелескопы	290
13.5	Рентгеновские телескопы	294
13.6	Гамма-телескопы на Земле и в космосе	299
13.7	Детекторы нейтрино	303
13.8	Детекторы космических лучей	308
13.9	Детекторы гравитационных волн	313
Глава	14	
	Космические исследования	321
14.1	Наблюдения из космоса. Космические телескопы	323
14.2	Полеты к телам Солнечной системы	329
14.3	Изучение Земли из космоса и исследования околоземного пространства	334
14.4	Пилотируемая космонавтика	337
Глава	15	
	Компьютеры в астрономии	343
15.1	Управление инструментами, телескопы-роботы	345
15.2	Обработка данных. Big data	348
15.3	Численный эксперимент и моделирование	353
15.4	Виртуальная обсерватория	358

Глава 16

	Жизнь во Вселенной	361
16.1	Жизнь в Солнечной системе	363
16.2	Жизнь на экзопланетах	367
16.3	Двойники Земли. Зона обитаемости. Биомаркеры	371
16.4	Другие формы жизни	377
16.5	SETI	380
Эпилог		387
Рекомендуемая литература		389