

УДК 52
ББК 22.6
Ж35

Жаров, Владимир Евгеньевич.

Ж35 Сферическая астрономия : учебник / В. Е. Жаров ; Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга. — Эл. изд. — 1 файл pdf : 481 с. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-209-0

В учебнике последовательно изложены основы фундаментальной астрономии. Формулируется рекомендуемый Международным астрономическим союзом (МАС) математический аппарат интерпретации и анализа астрометрических наблюдений.

Учебник может быть использован как справочник рекомендованных МАС и Международной службой вращения Земли и систем отсчета (МСВЗ) формул редукции оптических и радионаблюдений.

УДК 52
ББК 22.6

Электронное издание на основе печатного издания: Сферическая астрономия : учебник / В. Е. Жаров ; Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-89818-109-3. — Текст : непосредственный.

*На обложке: астрономический глобус с изображениями 67 созвездий.
Сконструирован К. Пфлигером (1665–1730) в 1725 г.
и установлен в Клементинуме (Прага) в 1727 г.*

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-209-0

© Век 2, 2006
© Переиздание. ДМК Пресс, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Введение	13
0.1. Основные задачи, решаемые сферической астрономией	13
0.2. Краткий исторический обзор	21
Глава 1. Основы сферической геометрии	39
1.1. Основные понятия	39
1.2. Скаляры, векторы, тензоры и системы координат	44
1.3. Сферическая система координат	56
1.4. Основные формулы сферической геометрии	63
Глава 2. Астрономические системы координат	70
2.1. Горизонтальная система координат	72
2.2. Экваториальная система координат	74
2.3. Эклиптическая система координат	79
2.4. Галактическая система координат	80
2.5. Преобразование координат из одной системы в другую	83
2.6. Суточное вращение небесной сферы	94
2.7. Восход и заход небесных тел	96
2.8. Определение систем координат в современной астрометрии	97
2.9. Эпоха каталога, эпоха равноденствия, динамическое равноденствие	101

2.10. Основы небесной механики	106
2.10.1. Законы Кеплера	106
2.10.2. Параметры и аномалии кеплеровской орбиты	116
2.11. Барицентрическая система координат	123
Глава 3. Системы координат на Земле	126
3.1. Основные параметры Земли	128
3.2. Уравнение геоида	133
3.3. Геоцентрическая и геодезическая системы координат	142
3.4. Земная система координат	152
3.5. Приливы и определение земной системы координат	159
Глава 4. Шкалы времени	163
4.1. Солнечное время	165
4.1.1. Системы всемирного времени и неравномерность вращения Земли	170
4.1.2. Всемирное координированное время UTC	178
4.1.3. Местное, поясное и декретное время	184
4.2. Звездное время	186
4.3. Эфемеридное время	188
4.4. Атомное время	189
4.5. Динамические шкалы времени	198
4.5.1. Координатное и собственное время	200
4.5.2. Связь между динамическими шкалами времени	209
4.5.3. Барицентрическая и геоцентрическая небесные системы отсчета	220
4.6. Пульсарная шкала времени	227
4.7. Системы счета дней	234
4.7.1. Юлианские даты и юлианская эпоха	234
4.7.2. Тропический и звездный год	236
4.8. Летосчисление	239
4.9. Связь всемирного и звездного времени	245
Глава 5. Эффекты, искажающие положение звезд на небесной сфере	251

5.1. Рефракция	251
5.1.1. Учет рефракции в оптическом диапазоне	252
5.1.2. Формула Лапласа для вычисления рефракции	258
5.1.3. Восход и заход светил с учетом рефракции	262
5.1.4. Влияние рефракции на прямое восхождение и склонение звезды	263
5.1.5. Рефракция при наблюдениях в радиодиапазоне	265
5.1.6. Рефракция и задержка радиосигнала в тропосфере	277
5.1.7. Задержка оптического сигнала в тропосфере	296
5.2. Аберрация	297
5.2.1. Изменение координат звезды из-за рефракции или аберрации	301
5.2.2. Суточная аберрация	304
5.2.3. Формулы учета годичной аберрации низкой точности	305
5.2.4. Точные формулы учета годичной аберрации	308
5.2.5. Планетная аберрация	315
5.3. Параллакс	317
5.3.1. Оценка расстояния до звезд Ньютоном	319
5.3.2. Изменение координат звезды из-за параллактического смещения	320
5.3.3. Суточный параллакс	321
5.3.4. Суточный параллакс Солнца	323
5.3.5. Влияние суточного параллакса на экваториальные координаты	325
5.4. Собственное движение звезд	326
5.5. Измерение параллаксов и собственных движений звезд	333
5.6. Отклонение луча света в гравитационном поле	334
5.7. Изменение координат опорного источника в поле Солнца	339

Глава 6. Прецессия и нутация 349

6.1. Причины прецессии и нутации	351
--	-----

	А
6.2. Определение матрицы прецессии	359
6.3. Прецессионные параметры в теории IAU2000	365
6.4. Математическое описание прецессии	366
6.5. Точные формулы учета нутации	375
6.6. Преобразование из земной к небесной системе координат	379
6.6.1. Определение небесного эфемеридного полюса	380
6.6.2. Гринвичское истинное звездное время	385
6.6.3. Классическое преобразование из ЗСК в НСК	388
6.6.4. Концепция «невращающегося начала отсчета»	390
6.7. Процедура редукции оптических наблюдений	402
Глава 7. Редукция наблюдений на РСДБ	407
7.1. Основные этапы редукции наблюдений на РСДБ	411
7.2. Вычисление гравитационной задержки	412
7.3. Вычисление геометрической задержки	415
7.4. Вычисление частных производных по нутации	421
Глава 8. Астрономические постоянные	424
Приложение А. Юлианские и календарные даты	435
Приложение В. Резолюции XXVI Генеральной Ассамблеи МАС	439
Приложение С. Основные математические определения	443
С.1. Матричная алгебра	443
С.2. Линейная алгебра	445
С.3. Декартовы прямоугольные и сферические координаты вектора	446
С.4. Элементы дифференциального и интегрального исчисления	447
С.5. Криволинейные координаты	449
С.6. Сферические функции	451
Приложение D. Основные термины	454
Литература	469
Предметный указатель	473