

УДК 524.8
ББК 22.637
С30

Научные редакторы Владимир Сурдин, канд. физ.-мат. наук,
Сергей Нечаев, д-р физ.-мат. наук
Редактор Петр Фаворов

Семихатов А.

С30 Всё, что движется: Прогулки по беспокойной Вселенной от космических орбит до квантовых полей / Алексей Семихатов. — М. : Альпина нон-фикшн, 2022. — 628 с.

ISBN 978-5-00139-749-6

Эта книга — рассказ о фундаментальной научной картине мира в развитии от более наглядного к более абстрактному: от брошенного камня до объяснения уравнений Эйнштейна и Шрёдингера. Человек разбирается в устройстве Вселенной, наблюдая за движением, догадываясь о правилах, которые регулируют все, что происходит, и получая подсказки о скрытых частях мира или о новых правилах из несоответствий между ожидаемым и реальным движением: знаменитые примеры включают предсказанное существование Нептуна, Планеты 9 и невидимого вещества в галактиках, причины ускоренного расширения Вселенной, квантовую природу теплового излучения. В книге обсуждаются функционирование Солнечной системы и возможности путешествий по ней; взаимоотношения пространства, времени и движения в специальной теории относительности и определяемые ими проблемы галактических перелетов; общая теория относительности и ее эффекты, включая некеплеровы орбиты, замедление времени, гравитационные волны и экзотические способы сверхсветового перемещения; энтропия как незнание о микроскопическом движении и ее приложения от тепловых машин до демона Максвелла и черных дыр; квантовая механика, включая прохождение сквозь стены, уникальность устройства атомов, запутанность и интерпретации, призванные прояснить состояние кошки Шрёдингера. По правилам нашей Вселенной в ней невозможен покой, и читателю предстоит оценить ее беспокойное разнообразие.

УДК 524.8
ББК 22.637

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 nylib@alpina.ru.

ISBN 978-5-00139-749-6

© Семихатов А., 2022
© ООО «Альпина нон-фикшн», 2022

Содержание

Очень короткое предисловие	7
Благодарности	9

ЧАСТЬ 1. КОСМИЧЕСКИЕ ПРОГУЛКИ

Прогулка 1. Движение по правилам	15
От качества к количеству — Открытие Солнечной системы — Относительность и инерция — Законы движения — Всеобщее притяжение — Уравнения движения — Больше чем Кеплер — Движение как организация	
Добавления к прогулке 1	42
Признания и литературные комментарии	47
Прогулка 2. Танец с небесами	49
От Земли к Луне и обратно — Центр масс — Кто за рулем — Космические парковки XVIII века — Гало-орбиты — Греки и троянцы — Полет из пращи — Где прибавить ходу — Рандеву — Танец с небесами	
Добавления к прогулке 2	83
Признания и литературные комментарии	86
Движение на прогулках 1 и 2	87
Прогулка 3. Невидимое — из движения видимого	89
Тысячи планет из движения — Планета как объяснение — Гармония целых чисел — Тайна девятой планеты — Тайна первой планеты — Несогласное вращение	
Добавления к прогулке 3	119
Признания и литературные комментарии	124
Движение на прогулке 3	125
Прогулка 4. Прочь от Кеплера: размер, форма и беспорядок	127
Ничто не идеально — Размер имеет значение — От прилива до разрыва — Движение откликается на форму — Спасение эллипсов поцелуями — Борьба всех со всеми — Драма для троих	
Добавления к прогулке 4	160
Признания и литературные комментарии	165
Движение на прогулке 4	166

ЧАСТЬ 2. ВСЕЛЕНСКИЕ ПРОГУЛКИ

Прогулка 5. Абсолютное, относительное и безразличное 169
 Не все скорости складываются – Относительны все, кроме одной – Энергия из массы – Темпы времени – Относительность и пространство-время – Замедление времени как необходимость – Сверхколлайдер: догнать свет – Движение, энергия и масса – Будущее, прошлое и безразличное – Космический старт: обмануть систему? – Сверхпривилегия от рождения – Заманчивые путешествия – Циолковский с нами
 Добавления к прогулке 5 215
 Признания и литературные комментарии 226
 Движение на прогулке 5 228

Прогулка 6. Всеобщее свободное падение 229
 Свободное падение: одно для всех – Невесомость – Склейка простого в сложное – Самые прямые в искривленном – Геодезические на смену Кеплеру и Ньютону – Равенство без исключений – Падения света – Отрезанный ломоть пространства-времени – Правила черной дыры для навигации – Часть времени не помещается – Кривизна: расхождение геодезических – Нельзя не вращаться
 Добавления к прогулке 6 278
 Признания и литературные комментарии 283
 Движение на прогулке 6 284

Прогулка 7. Говорит и движется материя 287
 Десятирукий Агент – Наследник Пифагора – Почти произвольные правила – Десять голосов материи – Двадцать оттенков кривизны – Уравнения Эйнштейна – Конструктор вселенных – Совсем не наши вселенные – Наконец-то обмануть систему? – Пустая кривизна – Два тела, поле и волны
 Добавления к прогулке 7 339
 Признания и литературные комментарии 346
 Движение на прогулке 7 349

ЧАСТЬ 3. ОКРЕСТНЫЕ ПРОГУЛКИ

Отложенная прогулка 8. Движение рядом 353

ЧАСТЬ 4. ВНУТРЕННИЕ ПРОГУЛКИ

Прогулка 9. Измельчение в незнание 357
 Растворенное движение и атомы – Пыльца, Сфинкс и случайные блуждания – Градусы раздробленного движения – Равенство возможностей – Вероятности: организованное незнание – Мера и цена незнания – Беспокойная сестра энергии – Свобода, равенство и братство: последствия – Неубывать или нет? – Широко образованный демон – Следы преступления Уилера – Расфасовка света – Квант действия

Добавления к прогулке 9	412
Признания и литературные комментарии	417
Движение на прогулке 9	419
Прогулка 10. Неопределенность и непримиримость	421
Атом не должен существовать – Природа не терпит траекторий – Спасибо неопределенности – Атом почти не существует – Вражда, отбирающая свойства – Господство целых чисел – Напряженное существование – Почему Менделеев был прав – Неугомонные колебания – Квантовая первооснова – Кипящая пустота – Один мир и две системы – Вращение без движения – Спин электрона, наконец-то! – Лишняя половина, и такая разница – Про что же уравнение?	
Добавления к прогулке 10	478
Признания и литературные комментарии	486
Движение на прогулке 10	487
Прогулка 11. В поисках утраченного движения	489
От величины к высказыванию – Как же о них думать – Урок демократии – Дискретное и непрерывное. Уединение и вдохновение – Движение и энергия на вершине абстракций – Уравнение Шрёдингера – Волновая функция в поисках реальности – Правило Борна – Главная тайна квантовой механики – Реальны все! – Часть и целое – Ловушка Белла – Основные подозреваемые – Лоцманы спасают реализм – Вспышки в пустоте – Реализм по выбору – Ускользящая реальность	
Добавления к прогулке 11	573
Признания и литературные комментарии	585
Движение на прогулке 11	587
Заключение. Вселенная в движении	589

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Физические законы	595
Приложение Б. Энергия	601
Приложение В. Элементарные частицы в азартном изложении	607
Литература	621
Источники	626