

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 mylib@alпина.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 — Ускользающая 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