

БУДУЩЕЕ ВСЕЛЕННОЙ

От наших дней
до предельно далеких эпох



Анатолий Арефьев

**Будущее Вселенной. От наших
дней до предельно далеких эпох**

«Автор»

2026

Арефьев А.

Будущее Вселенной. От наших дней до предельно далеких эпох /
А. Арефьев — «Автор», 2026

Что ждёт Землю, Солнце и Вселенную через миллионы, миллиарды и триллионы лет? Когда исчезнут океаны, погаснут последние звёзды и что останется после них? «Будущее Вселенной» — путешествие от нашего времени к предельно далёким эпохам. Шаг за шагом читатель проследит, как меняется планета и её небо, чем завершится жизнь Солнца и каким может стать космос в эпоху звёздных остатков и чёрных дыр. Без сложных формул, понятным языком книга объясняет, что современная наука позволяет предсказать, а где начинаются гипотезы и открытые вопросы. Это рассказ о судьбе привычного мира и нашем месте в огромной истории Вселенной.

© Арефьев А., 2026

© Автор, 2026

Содержание

Пролог. Пока светят звёзды	5
Глава 1. Будущее, которое ещё можно увидеть	7
Конец ознакомительного фрагмента.	10

Анатолий Арефьев

Будущее Вселенной. От наших дней до предельно далеких эпох

Пролог. Пока светят звёзды

Секундная стрелка на часах сделала полный оборот. Прошла ещё одна минута.

За эту минуту вы успели прочитать несколько строк. Где-то человек вышел из дома, поезд остановился у платформы, на кухне закипела вода. Так мы обычно замечаем время: по движениям, встречам, небольшим переменам вокруг.

За окном всё выглядит устойчивым. Земля под ногами кажется неподвижной. Солнце проходит знакомый путь по небу. После наступления темноты появляются звёзды, которые люди узнавали задолго до нашего рождения.

Трудно представить, что со временем этот привычный мир станет почти неузнаваемым. Попробуйте мысленно перевести часы вперёд.

Сначала на десять лет. Такой промежуток ещё легко наполнить событиями собственной жизни. Затем на сто. Большинство знакомых нам людей уже останутся в прошлом, но очертания материков и рисунки созвездий будут по-прежнему узнаваемы.

Теперь на тысячу лет. В человеческой истории это огромная дистанция. Для Солнца она настолько мала, что его эволюционные изменения было бы трудно заметить без точных измерений.

Продвинемся дальше, к сотням тысяч и миллионам лет. Звёзды заметно сместятся относительно друг друга. Знакомые очертания созвездий начнут меняться. Движения, слишком медленные для человеческого взгляда, станут очевидными.

На ещё более длинных промежутках изменится сама Земля. Материки займут другое положение, океаны получают новые берега. Изменения Солнца будут всё сильнее влиять на условия у поверхности. Знакомый нам облик планеты станет лишь одним из этапов её истории.

Однако и эта дистанция будет только началом путешествия.

Мы привыкли думать о Солнце как об источнике постоянства. Оно делает возможным привычный ритм дней и времён года. Но сама звезда тоже проходит жизненный путь. Её нынешнее состояние связано с процессами в недрах, а эти процессы постепенно меняют вещество и строение звезды.

Когда мы продлим отсчёт достаточно далеко, нам придётся оставить позади знакомое Солнце. Потом — эпоху, в которой небо заполнено обычными светилами. А затем спросить, какие изменения вообще смогут происходить в космосе, где почти все привычные источники света уже погасли.

Такие вопросы звучат необычно. Мы знаем, что время течёт, но обычно предполагаем, что привычная сцена останется на месте: небо будет над головой, Земля — под ногами, Солнце — за горизонтом до следующего утра. В повседневной жизни это разумное ожидание. На огромных промежутках оно перестаёт работать.

У астрономов есть возможность исследовать эти перемены. Телескоп показывает множество звёзд на разных стадиях развития. Наблюдения позволяют сравнивать их, проверять расчёты и восстанавливать причины различий. Измеряя движения небесных тел, мы узнаём, как могут меняться их орбиты. Изучая свет галактик, пытаемся понять историю самого пространства.

Мы не можем наблюдать будущее Солнца напрямую. Но во Вселенной есть другие звёзды, чья эволюция помогает исследовать его возможную судьбу. Настоящее содержит следы прошлого и процессы, из которых вырастает будущее.

Впрочем, дальше по нашей дороге будут появляться развилки. Некоторые события удаётся предсказывать достаточно уверенно. Другие зависят от условий, которые известны недостаточно хорошо. На самых далёких горизонтах исход определяется свойствами природы, которые мы ещё только пытаемся установить.

Поэтому у нашего путешествия не будет заранее назначенной последней минуты. Мы дойдём до границ того, что позволяет предвидеть современная физика, и увидим, почему за этими границами остаётся несколько возможных путей.

Но начинать следует здесь.

На Земле ещё шумят океаны. Солнце освещает облака. В темноте можно различить звёзды, а с помощью приборов — изучить миры, находящиеся далеко за пределами нашей Галактики.

Всё, что мы будем обсуждать дальше, связано с этим настоящим. Даже самые огромные сроки отсчитываются от знакомого нам мгновения.

Секундная стрелка делает ещё один оборот.

С этой минуты и начнётся наш путь.

Глава 1. Будущее, которое ещё можно увидеть

13 апреля 2029 года астероид Апофис пройдёт примерно в 32 тысячах километров от поверхности Земли. В момент наибольшего сближения он окажется ближе, чем геостационарные спутники. В некоторых районах планеты его можно будет увидеть без телескопа: движущуюся точку света, которая за несколько часов заметно сместится на фоне звёзд. По современным расчётам, столкновения при этом проходе не будет.

Для человека, наблюдающего за Апофисом, это может стать главным астрономическим событием года. Для самого астероида встреча тоже оставит след: земное притяжение изменит его орбиту. Один и тот же вечер окажется коротким зрелищем для жителей Земли и поворотом в истории небольшого небесного тела.

С этого удобно начать путешествие в будущее. У нас уже есть дата, расстояние и представление о том, что произойдёт. Чтобы их получить, астрономам потребовались наблюдения, измерения и расчёты движения. Чем точнее известны положение и скорость астероида, тем увереннее можно описать его дальнейший путь. Новые измерения позволяют уточнять прогноз.

Когда мы говорим о будущем космоса, часто представляем гибель планет, взрывы звёзд и исчезновение галактик. Но прежде чем добраться до этих эпох, стоит задержаться во времени, которое ещё соизмеримо с человеческой жизнью. На этом отрезке времени произойдут события, свидетелями которых могут стать сегодняшние читатели этой книги.

В 2061 году к Солнцу снова приблизится комета Галлея. Последний раз она проходила через внутреннюю часть Солнечной системы в 1986 году. Между этими встречами пройдёт около 75 лет: достаточно, чтобы сменилось поколение, но мало для истории самой системы. Возвращение кометы связывает людей, которые наблюдают её в разные эпохи.

Большую часть своего пути комета проводит вдали от Солнца. При приближении её поверхность нагревается. Часть замёрзших веществ переходит в газ, который увлекает с собой пыль. Вокруг небольшого ядра возникает протяжённая оболочка, формируются хвосты. С Земли мы видим последствия нагрева тела, которое долго двигалось в холодных внешних областях своей орбиты.

Апофис и комета Галлея показывают, насколько разным бывает ближайшее космическое будущее. Один объект пройдёт очень близко к Земле, другой вернётся по давно известной орбите. В обоих случаях яркое событие занимает короткую часть гораздо более продолжительной истории.

Так же обстоит дело с затмениями. Их можно рассчитывать на столетия вперёд, определяя взаимное положение Солнца, Земли и Луны. Наблюдатели будущего смогут заранее выбрать время и место встречи с лунной тенью. Правда, точность самых далёких расчётов ограничена, в частности, тем, насколько хорошо мы знаем будущее вращение Земли. Даже у надёжного прогноза есть пределы.

Если перенестись на сто лет вперёд и посмотреть вверх, большая часть знакомого неба останется узнаваемой. Солнце продолжит освещать Землю, Луна — проходить через свои фазы, планеты — менять положение относительно звёзд. За это время большинство звёзд ещё не пройдут те стадии жизни, которые преобразят космос в следующих главах.

Такое сходство легко принять за неподвижность. Однако многие изменения уже идут, просто их масштаб слишком мал для взгляда человека. Луна, например, удаляется от Земли в среднем примерно на 3,8 сантиметра в год. Мы знаем об этом благодаря лазерным измерениям расстояния до отражателей на её поверхности.

Если на ближайшее столетие сохранить нынешний средний темп, получится около четырёх метров. На фоне сотен тысяч километров между Землёй и Луной эта прибавка ничтожна.

По внешнему виду Луны её не заметить. Но измерительные приборы обнаруживают процесс, который на гораздо больших сроках изменит условия наблюдения затмений.

Число «четыре метра» относится к короткому отрезку времени. Продолжать тот же расчёт на миллиарды лет простым умножением нельзя: скорость удаления зависит от приливного взаимодействия, а оно меняется вместе с самой Землёй. Это первое правило нашего путешествия: прежде чем использовать нынешнюю скорость для расчёта далёкого будущего, нужно выяснить, останется ли она прежней.

На Земле за то же столетие перемены могут оказаться гораздо заметнее. Разница связана с тем, как быстро реагируют разные системы. Для старения звезды сто лет — малый срок. За это время ледник, прибрежный город или лес могут существенно измениться.

Ближайшее будущее земного климата зависит от количества парниковых газов, которое человечество добавит в атмосферу. Разным объёмам выбросов соответствуют разные траектории потепления. Поэтому картина Земли к концу XXI века представлена несколькими сценариями. Ограничение дальнейшего потепления требует достижения нулевых суммарных выбросов углекислого газа, а также сокращения других воздействий, усиливающих нагрев.

Для нашей истории важно и то, что океан обладает большой инерцией. Он поглощает тепло, перераспределяет его и медленно меняет состояние. При нагревании морская вода расширяется. Таяние ледников и ледниковых щитов добавляет воду в океан. Эти процессы связывают сегодняшние условия с будущим береговых линий.

Даже после стабилизации глобальной температуры уровень моря может продолжать подниматься столетиями и тысячелетиями. Глубокие слои океана и ледяные массы реагируют с задержкой. Масштаб подъёма зависит от того, как будет развиваться потепление на планете. Люди будущего получают в наследство последствия процессов, начавшихся задолго до их рождения.

Здесь становится ясно, почему календарь сам по себе недостаточен. Написать «через сто лет» легко. Описать мир на этой отметке можно только после уточнения условий. Для астероида нужны данные об орбите. Для климата — ещё и сценарий воздействия на атмосферу. Для будущего общества потребуются учитывать решения и события, которые пока неизвестны.

Мы можем представить новые обсерватории, экспедиции к планетам и поселения за пределами Земли. Возможно, часть этих замыслов осуществится. Однако их даты определяются не только физикой: нужны ресурсы, технологии, длительная работа и решения людей. Временная шкала Вселенной позволяет обозначить условия, в которых такие планы могли бы развиваться, но сама по себе не даёт расписания их осуществления.

По мере продвижения дальше эта неопределённость будет соседствовать с удивительной предсказуемостью. Мы не знаем, как будет устроена человеческая жизнь через тысячу лет. Зато можем рассчитывать движения некоторых небесных тел на сопоставимых промежутках времени. А на ещё больших горизонтах знание устройства звёзд позволяет описывать стадии, до которых Солнцу осталось несколько миллиардов лет.

Причина такой разницы в том, какие сведения нужны для ответа. Орбита описывается ограниченным набором измеряемых величин и физическими законами. История общества включает множество взаимодействующих людей и решений. Поэтому дальность прогноза нельзя оценивать только числом лет: она зависит от самого вопроса.

В ближайшие десятилетия Земля останется частью знакомой нам Солнечной системы. На небе будут происходить события, которые люди обсуждают, фотографируют и запоминают на всю жизнь. Одновременно продолжатся медленные изменения, доступные точным измерениям. Их последствия будут накапливаться, пока не станут заметны уже без приборов.

Чтобы увидеть следующую переменную, нам предстоит оставить позади масштаб одной человеческой жизни. Впереди — тысячи и десятки тысяч лет. На этих сроках изменится направление земной оси, а движения звёзд постепенно преобразят привычные рисунки созвездий.

дий. Наблюдатель такой эпохи увидел бы, что даже среди звёзд знакомые ориентиры имеют свою историю.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.