

Содержание

Предисловие	9
-------------------	---

ЧАСТЬ I. ЧТО ТАКОЕ ВОЗДУХ?

Глава 1. Как появился воздух? История возникновения атмосферы	16
4,5 миллиарда лет назад	19
2,7 миллиарда лет назад	20
2,5 миллиарда лет назад	22
Наши дни	23
Глава 2. Как устроен воздух? Строение и состав атмосферы	24
Слоеный пирог из воздуха	26
Состав атмосферного воздуха	29
Глава 3. Агент номер 7. Азот	32
Связывание азота	35
Применение азота как газа	37
Вреден ли азот?	37
Невеселое веселье	38
Глава 4. Газ с горячим нравом. Кислород	40
Источники кислорода на Земле	43
Где применяют кислород?	44
Когда он работает против нас?	46
Глава 5. Лакомство растений. Углекислый газ	48
Кто его «надышал»?	51
Углекислая диета	51

А для чего он нужен человеку?	51
Управление погодой	53
Зло углекислого газа	54
Глава 6. Другие газы	56
Инертные газы	58
Водород	60
Метан	61
Метан в Арктике	63
Глава 7. Влажность воздуха. Почему нельзя сушить белье в квартире?	64
Что будет, если влажность слишком низкая?	68
Как подобрать увлажнитель?	71
Что будет, если влажность слишком высокая?	72
Никогда не сушите белье в ванной комнате	73
Инструкция по применению влажности	75
Глава 8. Осторожно: воздух. Что его загрязняет?	78
Пыль в глаза. Как твердые частицы влияют на здоровье	81
Кто в воздухе живет?	83
Как защитить себя от твердых частиц	88

ЧАСТЬ II. ВОЗДУХ И ЧЕЛОВЕК

Глава 9. Дыхание. Как воздух попадает в организм?	92
Как мы дышим?	94
Сколько воздуха помещается в легкие?	96
Путешествие воздуха в нашем теле	96
Волшебный гемоглобин	100
Невидимый убийца — угарный газ	102
Краткая инструкция: как не стать жертвой угарного газа	103
Глава 10. Три «Г»: гипоксия, гиперкапния, гипероксия	106
Гипоксия	108
Тест на признаки нехватки кислорода в вашей жизни	110
Гиперкапния	111

Как увеличить количество кислорода в собственной жизни?	112
Гипероксия	114
Глава 11. Болезни от воздуха	116
Горная болезнь	118
Как проявляется горная болезнь?	120
Горная болезнь на борту самолета	121
Декомпрессионная, или кессонная, болезнь	123
Симптомы кессонной болезни	125
Глава 12. Воздух и суперспособности человека	128
Звук	130
Необычное о звуке	132
Запах	133
Необычные ароматы	134
Глава 13. Может ли кожа «дышать»?	138
Про кислородный коктейль	142
Роговица, которая дышит сама по себе	142
Про здоровый цвет лица	143
Глава 14. Воздух и качество жизни человека	146
Воздух и медицина	148
Болезни дыхательной системы	153
Аллергия на воздух	159
Курение. Такая опасная привычка	163
Воздух и нервная система.	
Дыхательные упражнения для спокойствия	167

ЧАСТЬ III. ПРИРУЧЕНИЕ ВОЗДУХА. КАК ОН РАБОТАЕТ НА НАС?

Глава 15. Берем воздух с собой	176
Глубина	178
Подводная лодка	181
Пассажирский авиалайнер при разгерметизации	182

Военный самолет	185
Международная космическая станция	186
Открытый космос	188
Глава 16. Мне бы в небо. Как человек научился летать	192
Аэростатические летательные аппараты	195
Аэродинамические летательные аппараты	197
Ракетные летательные аппараты	199
Глава 17. Энергия «из воздуха»	202
Парус	205
Ветряная мельница	206
Ветрогенератор	207
Атмосферное электричество	210
Глава 18. Гадание на воздухе, или Что такое погода	216
Что такое метеостанция?	219
Короткая, но яркая жизнь метеозонда	220
Как работает прогноз погоды	221
Глава 19. В четырех стенах. Всё про воздух в помещениях	224
Квартира. Естественная вентиляция	226
Общественные здания. Принудительная вентиляция	228
На работе. Специальная вентиляция	230
А если пожар? Противодымная вентиляция	231
Вместо заключения	235
Список литературы	237

Предисловие

Я всегда рядом.

Твой воздух

Долго ли человек проживет без еды? Смотря с чем сравнивать. Смерть от голода наступит на 45–75-й день, всё зависит от организма. Причины могут быть разными: сердечно-сосудистый коллапс, сепсис, прекращение работы иммунной системы или кишечная непроходимость. А как быстро наступит смерть без воды? Тоже не сразу: на 3–5-й день в жарком или 7–10-й день — в умеренном климате. Организм погибнет, если количество потерянной жидкости составит более 20% массы тела. Однако состояние при голодании и обезвоживании ухудшается постепенно, и человеку может повезти попасть в больницу раньше критического срока. В таком случае его можно спасти: в медицинской практике широко используют различные внутривенные питательные смеси.

С воздухом всё обстоит иначе. Неподготовленный человек может задержать дыхание лишь на несколько минут. Если по истечении этого времени не появится возможность возобновить дыхание — он потеряет сознание и умрет от кислородного голодания мозга. Олимпийский чемпион по плаванию продержится несколько дольше. Но для спасения жизни этого времени критически мало. Врач должен проводить реанимацию, не теряя ни секунды, потому что всего лишь через 6 минут, вслед за клинической смертью, наступает смерть необратимая.

Воздух с нами всю жизнь. С первого крика. Хорошо ли мы его знаем? Обращаем ли вообще на него внимание? Человек делает около 20 тысяч вдохов и выдохов в сутки. Вы только представьте: каждый из нас пропускает через свои легкие от 13 до 40 килограммов воздуха в день — столько весит мешок картошки! Воздух нельзя пощупать или рассмотреть, но он с нами везде: на работе и дома, в спортивном зале и столовой, в ванной и спальне. С воздухом связаны здоровье и настроение, молодость и упругость кожи, работа мозга, румянец щек. Он изо дня в день без остановки проникает в организм и питает каждую его клетку, позволяет наслаждаться погодой, получать энергию, путешествовать. А еще развеивает волосы и помогает романтично шептаться друг другу: «Я без тебя как без воздуха».

Однажды в детстве мне приснился сон, будто на Земле закончился воздух. Я до сих пор помню пугающее ощущение духоты, бессилия и паники. Из тела уходила жизнь, оно становилось пустым, ноги не двигались, сил открыть рот и позвать на помощь не было. Вокруг бегали люди и пытались надышаться впрок. У них ничего не получалось, они задыхались, падали на асфальт и умирали. Это было так реалистично, что я застыла от страха, а потом резко вздрогнула и открыла глаза. Ничего не было видно из-за плотной пелены дыма. Оказалось, что, пока мне снился этот сон, в нашей спальне, в камине, начали тлеть угли. Заслонка дымохода была закрыта, поэтому смог повалил в комнату. Воздух в ту ночь действительно закончился, только не на планете целиком, а в моем доме.

Проснувшись первой, я разбудила родителей. Мы распахнули окна настежь, чтобы проветрить жилье. Холодный ночной воздух врвался в наши легкие. Он был потрясающе вкусный и свежий, с запахом сосен и дождя. Воздух заполнил спальню и — так получилось — всю мою дальнейшую жизнь.

Воздух. Кто-то полагает, что не может жить без любви или сладкого. Порой кажется, что невозможно пережить публичную неудачу или увольнение. Но вот то, без чего действительно

нельзя выжить, — это дыхание. Мы обращаем внимание на что угодно, а про воздух совсем забыли. Еще тогда, в детстве, я решила, что должна узнать о воздухе всё, а также научиться создавать для него доступ, чтобы мой страшный сон никогда не сбывлся.

Сегодня воздух — моя работа. Я инженер-проектировщик вентиляции. Помогаю людям дышать в прямом смысле этого слова: ведь не всегда и не везде можно открыть окно и проветрить. Я обеспечивала доступ воздуха на заводы и предприятия, в торговые центры, больницы, офисные здания. Самый крупный объект, в разработке которого я принимала участие, — стадион. Самый красивый проект — музей. Самый парадоксальный — корпус патологоанатомического отделения: проектировать вентиляцию в месте, где живых людей практически нет, — небанальная задача.

С помощью формул я рассчитываю, сколько воздуха необходимо подать в помещение. Подбираю его параметры: температуру и влажность. Проектирую, вычерчиваю, нахожу нужное оборудование и контролирую работу монтажной бригады: ведь проект необходимо не только придумать, но и воплотить в жизнь. Еще я разрабатываю дымоудаление — комплекс систем, которые включаются при пожаре. Они помогают очистить помещения от дыма, чтобы люди успели добраться до пожарной лестницы и спастись.

Я инженер, но меня занимает не только техническая сторона жизни. Мне всегда нравилось узнавать новое, а потом простым и понятным языком рассказывать об этом другим. Слово «инженер» происходит от латинского *ingenium* — способность, изобретательность. Именно это вдохновило меня взглянуть на профессию шире и написать книгу. В теме я не сомневалась ни секунды: книга будет о воздухе. Именно этим знанием я хочу поделиться с вами.

Цель моей книги — познакомить вас с воздухом поближе. С невидимым другом, который всегда рядом и никогда вас

не подводил. Эта книга — не учебник, а набор интересных фактов, изложенных максимально просто. Я специально выбрала познавательный формат, чтобы каждый из вас, вне зависимости от образования и возраста, нашел для себя что-то интересное. Книга состоит из трех частей.

Первая часть *«Что такое воздух»*, собственно, о том, что это такое и откуда он взялся. Его история, строение атмосферы, рассказ о каждом компоненте в отдельности — познавательно, но и не без юмора.

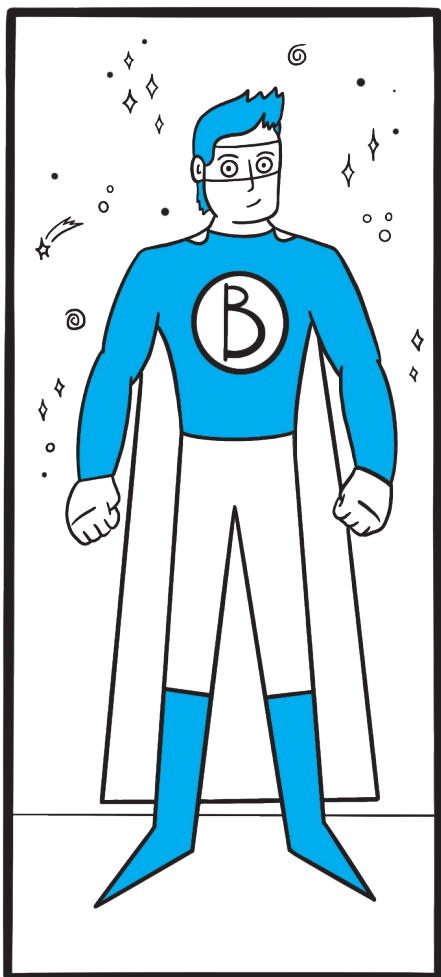
Вторая часть *«Воздух и человек»* посвящена нашему взаимодействию с ним. Как воздух попадает в организм? Чем опасен? Можно ли пить воздух? Как правильно дышать? У этих вопросов одна общая цель: научить вас грамотно обращаться с воздухом и сделать его главным союзником.

В третьей части, *«Приручение воздуха. Как он работает на нас»*, вы узнаете, как человек научился применять воздух в своей жизни и как это делают в наши дни. Чем дышат в открытом космосе? Сколько энергии можно получить из ветра? Кроме того, в этой главе я расскажу вам про летательные аппараты, погоду, вентиляцию и медицинские эксперименты с воздухом.

Я инженер, поэтому знания — мой главный инструмент и основной ресурс. Чем меньше мы знаем про окружающий мир, тем меньше можем взять от него.

Воздух, пожалуй, самая важная базовая вещь на Земле. Благодаря воздуху мы равны, ведь он есть у всех. А вот знаний о нем зачастую не хватает. Я не хочу, чтобы вы упустили какие-то возможности из-за неведения. С помощью моей книги, я верю, вы не только расширите кругозор, но и сделаете свою жизнь лучше, а также научитесь использовать всё, что может дать воздух. Я называю это воздушным потенциалом, так что давайте уже им наконец воспользуемся на полную мощь.

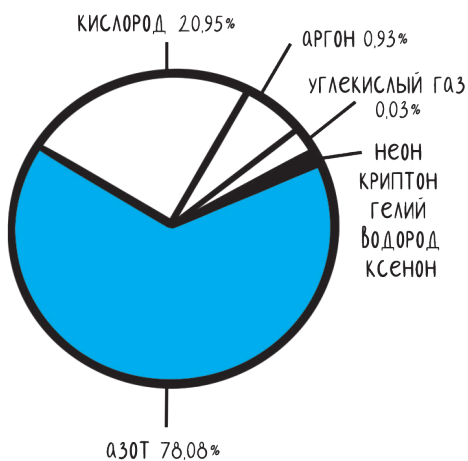
А теперь вдохните глубже, начинаем наше путешествие!



Воздух

Возраст

ПРИМЕРНО 4,5 МЛРД ЛЕТ



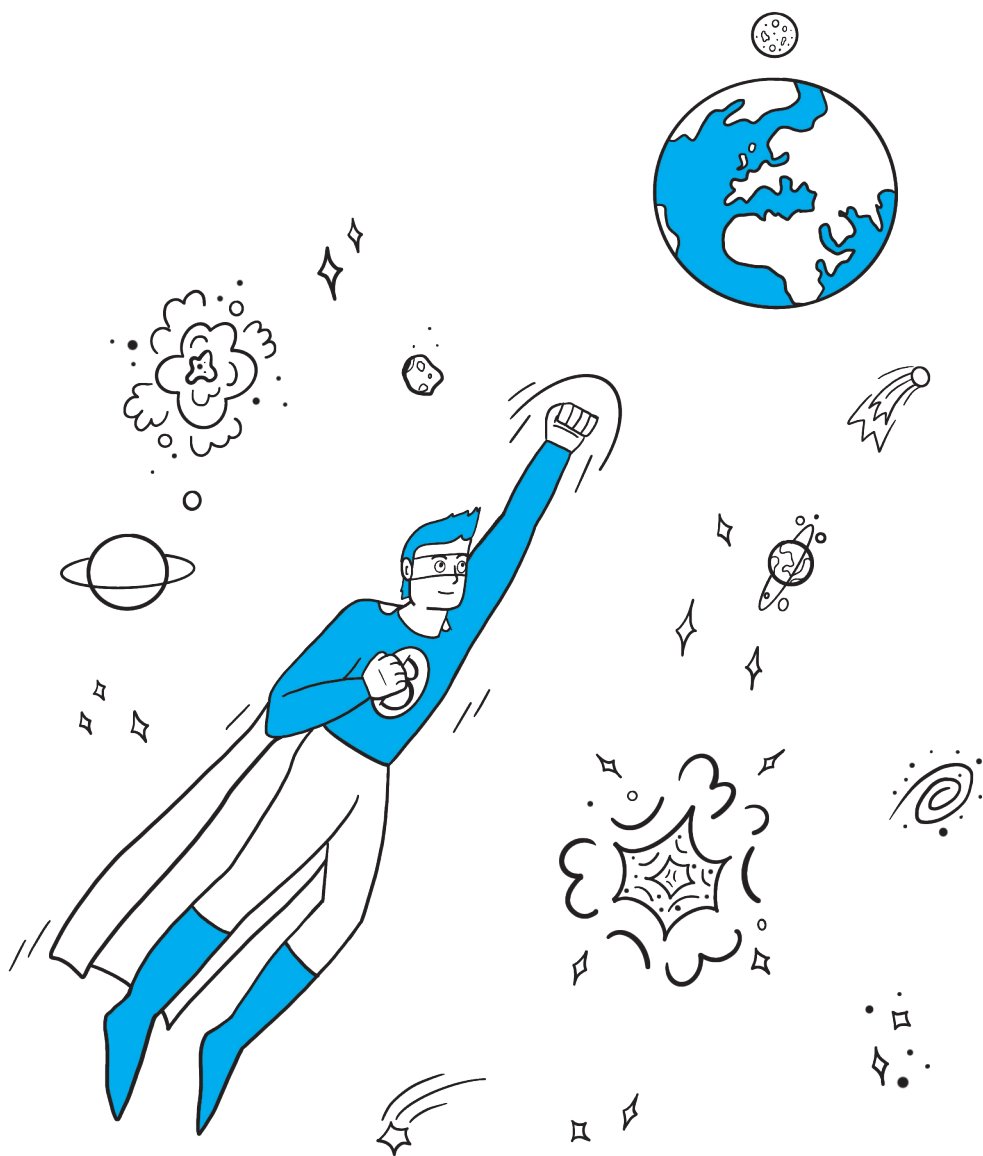
ЧАСТЬ I

Что такое воздух?

Глава 1

Как появился воздух?

История возникновения атмосферы



Мы создали для тебя целый мир.

Бактерии

Когда вы последний раз были на море? Белый песок, лазурные волны, голубое небо. Если бы 4 миллиарда лет назад вы решили отправиться в свой законный отпуск на побережье, то перед глазами предстала бы другая картина. Черный песок из неокисленных горных пород. Оранжевое море, состоящее из всё тех же горных пород, но уже в расплавленном виде. Над водой стелется туман из метана и диоксида углерода, придавая небу зловещий огненный цвет. Ни о каком свежем воздухе не может быть и речи — на планете нет ни грамма свободного кислорода. Не существует и защиты от ультрафиолетовых лучей Солнца, потому что озонового слоя тоже нет. Чтобы не обуглиться и вернуться из такого отпуска живым, вам наверняка бы пригодился специальный купальный скафандр, титановый зонт и канистра крема от загара. Хорошо, что сейчас всё не так, правда?

В Солнечной системе восемь планет, и только на одной образовалась и существует по сей день атмосфера, пригодная для жизни. Если вы еще со времен школы помните, что в нашей родной системе их девять, то поясню: Плутон с 2006 года разжалован в карликовые планеты. Сейчас ведутся споры на этот счет, и, возможно, ему когда-нибудь вернут прежний статус.

Но давайте продолжим разговор об атмосфере Земли. То, что она получилось такой, какая есть сегодня, конечно, большое везение! Наша планета прошла весьма бурный путь становления. В ней менялось все, в том числе и состав воздуха. И этот воздух, которым вы дышите сейчас, сильно отличается от самого первого, который появился на планете.

Мнений об эволюции атмосферы достаточно много. Большинство из них противоречат друг другу. Я разделяю точку зрения палеонтолога Андрея Юрьевича Журавлева, профессора кафедры биологической эволюции биофака Московского государственного университета: нашу планету развила жизнь. Именно живые организмы внесли судьбоносный вклад в становление Земли, и им мы должны сказать спасибо за воздух, которым дышим.

А теперь давайте вернемся в прошлое.

4,5 миллиарда лет назад

Солнечная система еще только зарождается. Облако из космического газа и пыли начинает сжиматься. Солнце располагается в центре — основной массе этого облака. Вокруг Солнца из хаотично сталкивающихся между собой частиц начинают образовываться сгустки. Они постепенно увеличиваются и формируют планеты. Мы не знаем точного расположения планет в то время, поэтому будем опираться на тот порядок, который существует сейчас. Ближе к Солнцу находятся планеты земной группы: Меркурий, Венера, Земля, Марс. Они сравнительно небольшие и состоят в основном из твердых минералов. Летучих веществ, таких как гелий и водород, в них немного. Совсем по-другому устроены планеты-гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Их массу образуют более легкие вещества: водород и гелий (Юпитер, Сатурн) и твердый лед под высоким давлением (Уран, Нептун).

Как дела у Земли? Она захватывает из космического пространства водород и гелий. Образуется первичная атмосфера, которая надолго не задерживается: легкие газы улетучиваются обратно в космос, а из-за постоянных извержений вулканов добавляются водяной пар, углекислый газ, метан и аммиак. Кислорода еще нет. Озона и озонового слоя тоже. Без озоновой защиты, под влиянием солнечного ультрафиолета на планете начинают протекать интенсивные химические реакции. Благодаря этому появляются органические вещества — основа будущей жизни. Сказать наверняка, когда зародилась жизнь на Земле, невозможно, но по наличию следов жизнедеятельности одноклеточных организмов можно утверждать, что 4 миллиарда лет назад она уже существовала — в виде бактерий.

Появление жизни на Земле меняет всё. Микроорганизмы перерабатывают одни вещества в другие, даже не подозревая, насколько велик их вклад. Бактерии, словно микроскопические фабрики, днем и ночью трудятся над новым составом атмосферы.

2,7 миллиарда лет назад

Атмосфера — парниковая, в ней много углекислого газа и метана. Модель солнечной эволюции, предложенная астрономами в XX веке, показала, что древнее Солнце было не таким горячим, как сейчас, и согревало земной шар лишь на 70% от своей нынешней интенсивности. К этому пришли и советские ученые Л. М. Мухин и В. И. Мороз, и американские — Карл Саган и Джордж Маллен. Получается, раз Солнце грело слабо, на Земле должно было быть холодно? Тогда почему все геологические исследования показывают, что климат на Земле в древние времена был влажный и теплый? К сожалению, не осталось ни одного старца, который почешет свою миллиардолетнюю бороду и четко ответит на этот вопрос.

«Парадокс слабого молодого Солнца» — так называют этот феномен ученые. Земля не получала достаточного количества тепла от Солнца, но и не остывала при этом. Если энергию нельзя получить извне, значит, придется сохранять ту, что уже есть. Ученые приходят к выводу, что тепло на Земле удерживалось и накапливалось атмосферой, а значит, она не была похожа на современную.

Чтобы проверить эту гипотезу и выяснить, что же укрывало и согревало Землю, геофизики высчитали давление атмосферы того времени и сравнили его с тем, что есть сегодня. Благодаря этому выяснилось, что парниковым газом 2,7 миллиарда лет назад был метан.

Как можно исследовать атмосферу, которой давно нет, да еще и узнать ее давление? По каплям дождя. Вернее, по следам, которые остаются от них на вулканических породах при извержении вулканов. В XIX веке британский геолог Чарлз Лайель заметил связь между давлением атмосферы и диаметром следов дождевых капель. Конечно, никто не бегал по вулкану с линейкой и не замерял отпечатки отдельных брызг. Это сложный математический расчет с выводом среднестатистических значений. Именно он и показал, что диаметр следов дождевых капель 2,7 миллиарда лет назад был в два раза меньше. А значит, давление атмосферы было вдвое ниже, чем сейчас. Она была менее плотной и более разреженной.

Результат исследования позволил расшифровать состав парниковой атмосферы, которая существовала в то время. Углекислый газ в одиночку подобного эффекта создать не мог. Если бы ему помогали соединения азота, то их бы потребовалось большое количество, что в итоге дало бы существенно большее атмосферное давление, а оно, напротив, было аж в два раза ниже! Вызвать столь сильный парниковый эффект при общем низком давлении атмосферы мог лишь один газ — метан.

Откуда ему взяться в атмосфере того времени в таком большом количестве? Внутренние процессы планеты увеличивали

концентрацию этого газа и раньше. Однако над Землей в то время висел настоящий метановый туман, а значит, случилось что-то по-настоящему масштабное, и метан стал поступать из другого источника. Этим источником считают жизнь: одноклеточные существа — метанопроизводящие бактерии. Именно благодаря их жизнедеятельности атмосфера Земли стала наполняться парниковым газом, свойства которого изолировали планету, укутали ее, словно шарфом, и не дали теплу уйти. Жизнь продолжила развиваться.

2,5 миллиарда лет назад

Появляется кислород. Кстати, если бы не он, Земля бы попросту перегрелась. К этому времени мощность излучения Солнца увеличилась, и тепла на нашу планету стало поступать значительно больше. Чрезмерно концентрированная парниковая атмосфера из метана перестала быть полезной.

На помощь снова пришла жизнь. Примерно 2,5 миллиарда лет назад появились синезеленые водоросли — цианобактерии. Они расщепляли воду, запасали органические вещества и выделяли побочный продукт своей жизнедеятельности — кислород. Конечно, удивительно называть такой важный газ побочным продуктом, ведь с его появлением началась новая, кислородная эра Земли, но с биологической точки зрения это именно так.

После появления кислорода концентрация метана снизилась, и парниковый эффект уменьшился. Кислород стал постепенно накапливаться и обогащать собой атмосферу. В более высоких слоях под действием солнечного ультрафиолета начал образовываться озоновый слой. Конечно же, всё это не происходило в одночасье и заняло миллионы лет. И вот, спустя еще каких-то пару миллиардов этих самых лет мы видим привычную нам картину.

Наши дни

Земля — настоящий зеленый оазис, полный жизни. Трудно говорить о всей Вселенной, но то, что в Солнечной системе сейчас такая планета одна, — это точно. Атмосфера Земли насыщена кислородом и сбалансирована по составу. Для нас с вами он самый удачный и лучший из всех, что был и когда-либо будет. Более подробно о нем мы поговорим дальше.

То, что состав атмосферы не сразу был пригодным для жизни, — факт. Но почему лучше уже не будет? Дело в том, что перемены не закончились. Жизнь продолжает вмешиваться в состав атмосферного воздуха, и в наши дни один из самых главных влияющих на него факторов — это человек. Химическая промышленность, транспорт, фабрики и заводы медленно, но верно меняют состав воздуха.

Конечно, полностью оценить всю силу вмешательства и сделать окончательный вывод — к чему это привело, можно только по прошествии миллионов, а может, и миллиардов лет. Но процесс идет довольно быстро, изменения заметны уже сегодня. Прогнозы неутешительные и намекают нам, что, возможно, в будущем оценивать атмосферу будет попросту некому.

Воздух сегодня — это что-то привычное, некая константа, существующая повсюду. Но, если на секундочку задуматься, можно поразиться, ведь в создании «просто воздуха» приняли участие все: начиная с космоса и заканчивая живыми организмами. Вы только представьте, благодаря каким сложным процессам он появился! Мы столько тысячелетий им пользуемся, так, возможно, стоит сказать хоть раз спасибо? И осознать, как он хрупок и как легко всё испортить?

Глава 2

Как устроен воздух?

Строение и состав атмосферы



Слоеный пирог из воздуха

Давайте ближе познакомимся с атмосферой, которая существует сегодня. Теперь вы знаете, насколько сложным был процесс ее образования, и могли подумать, что самое грандиозное позади. Поверьте, поводов для удивления еще достаточно. И один из них — ее строение.

Атмосфера — это газовая оболочка Земли, которая удерживается за счет гравитации и вращается с планетой как единое целое. Нижней ее границей считается поверхность Земли, верхней нет: переход в космическое пространство происходит плавно. Международная авиационная федерация предложила считать границей атмосферы линию Кáрмана, которая располагается на высоте 100 км.

Атмосферу нельзя назвать однородной. Она больше похожа на слоеный пирог, чем на однородное желе. По мере отдаления от поверхности Земли ее свойства меняются. Давайте рассмотрим каждый слой этого «пирога» и узнаем, что он собой представляет. Начнем с уровня земли.

- **ТРОПОСФЕРА.** В ней находится 80% всей массы воздуха Земли и практически весь водяной пар. Верхняя граница тропосферы меняет высоту в зависимости от широты и сезона года. Так, она может достигать 10 км в полярных широтах и 18 км в тропических. Именно в этом слое «пирога» образуются дождь, ветер и почти все привычные нашему взгляду облака. Здесь летают пассажирские самолеты. Вы наверняка помните слова капитана: «Наш экипаж приветствует вас на борту, время полета составит столько-то часов, температура за бортом — минус 50 градусов». Почему так холодно? Дело в том, что в тропосфере нет источников тепла. Она нагревается от поверхности Земли, поэтому по мере удаления от нее, с увеличением

высоты, температура воздуха понижается: примерно на 6 градусов каждый километр.

- **СТРАТОСФЕРА.** Располагается над тропосферой, верхняя граница находится на высоте около 50 км. В стратосфере температура сначала, где-то до ее середины — отметки 25 км, снижается, а затем повышается и достигает значения порядка 0 °С. Так происходит, потому что примерно в 25 км от поверхности Земли располагается озоновый слой — прослойка атмосферы, в которой содержится большое количество озона (O_3), защищающего Землю от ультрафиолетового излучения. Поглощенная озоном энергия переходит в тепло, поэтому в озоновом слое температура увеличивается.

Высота расположения озонового слоя, так же как и всё в атмосфере, не имеет четких границ. Максимальная плотность озона регистрируется на высоте 15–20 км в полярных широтах и 25–30 км в тропических.

- **МЕЗОСФЕРА.** Располагается в пределах 50–90 км от уровня земли. Температура мезосферы ниже, чем в стратосфере, и может достигать –90 °С. Существует интересная закономерность: летом в мезосфере высоких широт (условное название приполярных областей земного шара, ограниченных примерно 60° северной и южной широты) намного холоднее, чем зимой. Поэтому в так называемые холодные летние месяцы в мезосфере конденсируются маленькие льдинки и образуют красивое атмосферное явление: серебристые облака. Их можно наблюдать на сумеречном небе в виде серебристо-синего свечения. Серебристые облака — завораживающее зрелище, очень советую взглянуть на них. В интернете можно найти множество фотографий, сделанных в Якутии, Швеции, Эстонии, Санкт-Петербурге и Ленинградской области и даже в Москве.

- **ТЕРМОСФЕРА.** Ее верхняя граница проходит на высоте примерно 800 км. Воздух здесь очень разреженный, увеличивается содержание легких газов, таких как водород и гелий. Термосфера названа так неспроста, ведь именно в ней происходят различные реакции под воздействием космических лучей и солнечной радиации, а воздух резко разогревается от -90 до $+1500$ °С. Благодаря этому мы видим потрясающе красивое свечение атомов газов, известное как полярное сияние.
- **ЭКЗОСФЕРА.** Самый верхний слой атмосферы Земли. Лежит в границах от 800 до нескольких тысяч километров, плавно рассеивается и переходит в космическое пространство. Толщина экзосферы зависит от солнечной активности и увеличивается с ее усилением. Верхний, граничный слой экзосферы в основном состоит из атомов ионизированного водорода, который улетучивается в космическое пространство.

Атмосфера, которая существует сегодня, — сложенный механизм, играющий важную защитную роль для Земли. То, что она довольно «толстая» и состоит из такого большого числа слоев, — огромная удача для нас. Ежедневно в пространство планеты вторгаются тонны космических тел: метеоритов, осколков комет, астероидов и мусора. Подавляющее большинство из-за трения о воздух полностью сгорают. Даже если часть такого тела и достигает поверхности Земли, его масса составляет считанные проценты от первоначальной.

Атмосфера защищает Землю от космической радиации, от разрушающего ультрафиолетового излучения Солнца. Кроме того, она регулирует тепловой баланс планеты и обеспечивает дыхание живых существ. Без атмосферы Земля была бы другой: безжизненной. Вот такой парадокс: без жизни не было бы атмосферы, а без атмосферы не было бы жизни. Вы еще сомневаетесь, что воздух — это что-то особенное?

Состав атмосферного воздуха

*Всё — яд, всё — лекарство;
то и другое определяет доза.*

Парацельс

Если взять весь воздух на нашей планете и положить на гигантские весы, то стрелка покажет $5,27 \times 10^{18}$ кг. Столько же весят 878 триллионов саванных слонов, самых крупных из ныне живущих наземных животных. Кстати, если взвесить всю Землю целиком, выйдет в миллион раз тяжелее — $5,98 \times 10^{24}$ кг.

Долгое время ученые считали воздух единой субстанцией. То, что это не отдельное вещество, а смесь различных газов, выяснил шотландский физик и химик Джозеф Блэк в 1754 году. Он же открыл и углекислый газ. Сегодня состав воздуха находится в состоянии динамического равновесия. Его можно разделить на постоянные и переменные компоненты. Концентрация постоянных компонентов практически не меняется до высоты 90 км. До этого уровня газы хорошо перемешаны и представляют собой однородный коктейль. Выше состав меняется, так как газы начинают разделяться по плотности.

В этой книге мы рассматриваем воздух, окружающий нас, то есть существующий на высоте до 90 км. Газовый состав сухого воздуха таков:

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| ■ азот — 78,08%; | ■ неон, криптон, метан, |
| ■ кислород — 20,95%; | гелий, водород и ксе- |
| ■ аргон — 0,93%; | нон — незначительное |
| ■ углекислый газ — 0,03%; | количество. |

Однако важно учитывать, что воздух, которым мы дышим, далек от этого идеального постоянного состава. Он включает в себя еще и переменные компоненты: твердые частицы, пыль,

Что такое воздух?

токсические газы. И, самое главное, он далеко не сухой, а очень даже влажный, ведь в нем содержится вода. Влажность играет огромную роль. Содержание водяного пара во влажном воздухе колеблется от 0,2% в полярных широтах до 2,5% на экваторе. В отдельных случаях количество влаги может достигать 4%. Как же вода попадает в воздух? Она испаряется с поверхности Мирового океана, водоемов, почвы. Растения, животные и даже тело человека выделяют влагу. Например, когда человек спит, он теряет 40 г влаги в час. А при тяжелых нагрузках в спортзале — все 300 г.

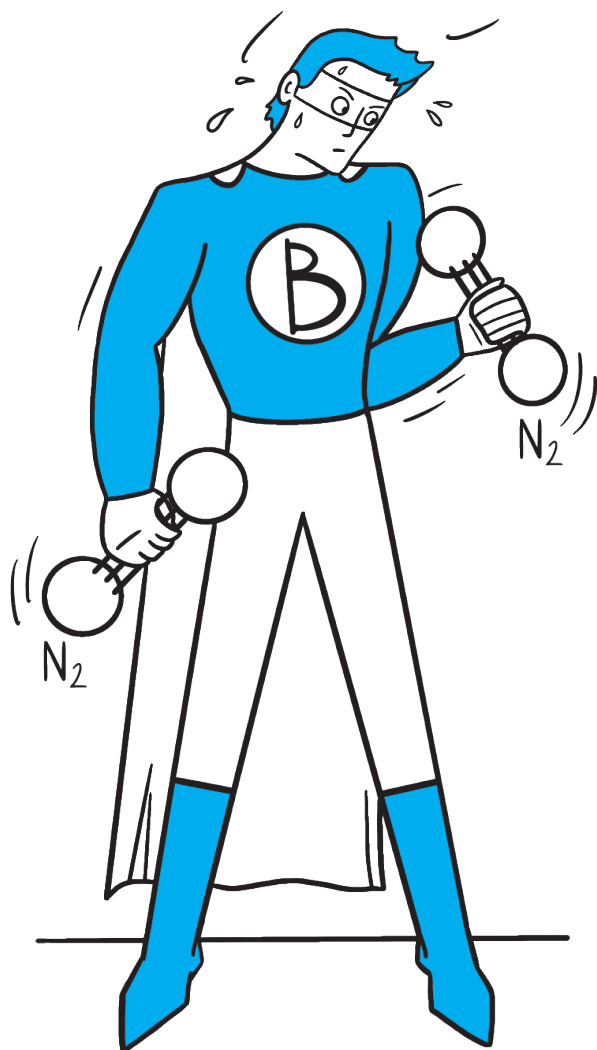
Воздух в разных местах земного шара при неодинаковых погодных условиях будет немного различаться. Например, на закрытой автомобильной парковке в торговом центре он совсем не похож на воздух в лесу. Когда топливо сгорает, концентрация углекислого газа повышается. На этом фоне незначительно снижается относительное содержание азота и общее содержание кислорода. Воздух в лесу и на берегу моря тоже неодинаковый. Разница заключается в содержании влаги, частичек соли или, например, пыльцы растений. Даже в вашей комнате вчера и сегодня он разный. Ведь вы могли открыть окно, развесить белье на просушку, заболеть или покрасить стену. На состав окружающего воздуха влияет всё: влага, испарения от почв, аэрозоли, растения, люди, животные.

Каким бы ни был переменчивым воздух, в нем постоянно одно — практически идеальная для жизни комбинация газов. Я хочу, чтобы вы поняли и прочувствовали важность каждого из них. Атмосфера сформировалась так, а не иначе. Нам очень сильно повезло. Только представьте, каков был шанс и какое это счастье, что он выпал именно нашей планете. Сделайте глубокий вдох. Чувствуете? Так пахнет преимущество.

Глава 3

Агент номер 7

Азот



Атомный номер химического элемента 7
Формула вещества N_2
Температура кипения вещества $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
Бесцветен. Не имеет ни вкуса, ни запаха.

Азота в воздухе больше всего: 75,50% по массе и 78,08% по объему. Тогда почему говорят, что дышим мы кислородом, а не азотом? Дело в том, что человек не умеет усваивать этот газ из атмосферы. При нормальных условиях он попадает в легкие с вдохом и покидает их с выдохом. Другие организмы тоже не взаимодействуют с атмосферным азотом. Казалось бы, можно списывать его со счетов и заканчивать главу, если бы не одно «но». Из химических соединений азота состоит всё живое на Земле, и мы в том числе.

Он входит в состав аминокислот, образует пептиды и белки. В составе нуклеотидов образует ДНК и РНК. N_2 есть даже в гемоглобине, который помогает органам и тканям получать кислород.

Растения питаются азотом, это важнейший элемент для всех растительных организмов. Однако они, как и люди, не способны усваивать его из атмосферы. Растения делают это с помощью корневой системы, поэтому от соединений азота зависит плодородность почвы. При их недостатке грунт

быстро истощается, растения теряют листья и прекращают расти.

Связывание азота

Азот плохо вступает в химические реакции. В чистом виде он бесполезен для дыхания живых существ, но в то же время, как мы выяснили выше, без него никак нельзя. Чтобы организмы могли воспользоваться азотом, его необходимо связать. Не спешите хвататься за веревку, связыванием называют химический процесс, при котором простой азот превращается в сложные азотсодержащие соединения. Для их образования необходимо прочную молекулу N_2 разделить на два атома и соединить с другими элементами.

Частично связыванием занимаются бактерии. Да, и здесь без них не обошлось. Другая часть образуется во время дождя с грозой. Немаленькую долю связанного азота природа получает искусственным путем от человека при помощи чудес химической промышленности. Давайте рассмотрим подробнее каждый способ.

Начнем с самого необычного, в чем принимают участие дождь и гроза. Вы только представьте масштабы и объемы этого процесса. На Земле каждую секунду вспыхивает 100 молний*. В месте удара молнии воздух прогревается до $+30\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$. От такой сумасшедшей температуры и энергии молекулы азота начинают реагировать с молекулами кислорода — происходит реакция. В капельках дождевой влаги свежеполученные оксиды превращаются в азотную и азотистую кислоты. Те, в свою очередь, вместе с дождем попадают в почву, где становятся кормом для растений и оказываются в пищевой цепочке. По ней

* Стекольников И. С. Физика молнии и грозозащита. — М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1943.

азот попадает в животных, в человека — везде, где без него не обойтись.

Но не всё на нашей планете происходит со спецэффектами. Большая часть метаморфоз представляет собой рутину, на которую требуется достаточно много времени. Терпения, как всегда, хватило бактериям. Трудяги запускают круговорот азота в природе и разлагают организмы после гибели обратно на азотсодержащие соединения. Эти соединения попадают в новые организмы. Круг замыкается, азот дарит новую жизнь.

Помимо бактерий, ответственных за перегной, существуют и другие. Я их называю независимыми заводами азота. Например, клубеньковые бактерии, которые живут на корнях бобовых растений. Они умеют брать азот прямо из атмосферы и сразу же, напрямую, превращать его в азотсодержащие соединения. Почва обогащается, плодородность повышается, урожаи растут. Бобовые растения, с точки зрения экологичности, отличный способ обогатить землю без использования удобрений. Кстати, так поступала моя бабушка, она всегда сажала горох между грядками.

Однако в рамках промышленности способом моей бабули пользоваться неэффективно. Фермеры для увеличения урожая обычно применяют азотные удобрения. Так что наравне с грозами и бактериями огромное количество связанного азота производит человек — для сельскохозяйственных нужд.

Казалось бы, здорово, но опасение вызывают масштабы. Дело в том, что искусственное обогащение почв азотом смещает природный баланс. Да, удобрения помогают выращивать тыквы размером с грузовик, но химические соединения еще и загрязняют окружающую среду, когда вымываются дождями, грунтовыми водами и попадают в водоемы. Остатки удобрений могут переноситься на дальние расстояния по воздуху, проникать в пищу животных или человека. Это вызывает отравления и различные мутации.

Чтобы защитить себя, никогда не пейте воду из неизвестных источников, особенно вблизи огородов и полей. Тщательно

выбирайте и мойте овощи, а также замачивайте зелень в воде. И главное, помните: всё хорошо в меру.

Применение азота как газа

Про жизнь азота в качестве химических соединений мы говорили. Но в воздухе он содержится в виде простого вещества. Где человек применяет его как газ? В промышленности, потому что главная ценность азота — спокойный и мирный нрав. Из-за того, что атомы в молекуле связаны очень тесно, он крайне плохо вступает в химические реакции и не поддерживает горение. Благодаря этому азот отлично изолирует. С его помощью создают специальные газовые среды, в которых хранят продукты и лекарства. А еще в металлургии, чтобы предотвратить окисление металлов при обработке.

Жидкий азот подходит для криозакаливания металлов и воздействия на них холодом. Все верно, азот может быть жидким, как и любой другой газ. Заметили в начале главы температуру кипения: $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$? Именно при такой низкой температуре он становится жидкостью и начинает кипеть.

В жидком виде газы легко хранить и транспортировать, ведь они занимают гораздо меньше места. Сжиженный азот применяют в медицине и косметологии. Вам когда-нибудь прижигали бородавки? С помощью него устраивают фокусы и спецэффекты. А может, вы слышали про модную молекулярную кухню? Повара-затейники умудряются делать мороженое и другие холодные необычные блюда.

Вреден ли азот?

При нормальных условиях и атмосферном давлении человек азот не усваивает. Однако, если спуститься на глубину