

Д.О. Святский

Что такое стратосфера

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
Д11

Д11 **Д.О. Святский**
Что такое стратосфера / Д.О. Святский – М.: Книга по Требованию, 2018. –
120 с.

ISBN 978-5-458-59577-3

ISBN 978-5-458-59577-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2018

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2018

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

I. ОТ ТВЕРДИ НЕБЕСНОЙ К ВОЗДУШНОМУ ОКЕАНУ

На заре истории человеческого рода голубой свод неба, простирающийся над Землею подобно опрокинутой чаше или куполу, представлялся пастухам-номадам, кочевавшим со своими стадами в долинах Передней Азии, подобием шатра, под которым протекала обычная их пастушеская жизнь. В Библии небо прямо названо шатром или кожею, поскольку последняя служила покрытием походного шатра. И хотя это образное сравнение не было в сущности объяснением голубого небесного покрывала над Землею, покров этот не мыслился древним человеком как нечто воздушное или легкое, каким он представляется современному человеку. Как это ни странно, небо казалось нашим отдаленным предкам твердым, отделяющим верхние воды от нижних (Бытия, I, 7), и только этим объяснялся факт удерживания воды на высоте, выделявшейся путем испарения с поверхности водоемов. Поэтому-то в Библии небо называется твердью и по своей структуре сравнивается с литым медным зеркалом (Иова, XXXVII, 18). Академик Н. Я. Марр полагал, что материально-реальное представление о

небе-твердь получается лишь с яфетологическим пониманием еврейского слова в Библии *gokia* (твердь), что означает «железо». Небо-твердь буквально означало небо-железо, откуда Н. Я. Марр выводит и все термины материальной культуры, связанные с железом. Откуда же возникло такое странное представление железного неба? В древности считалось, что метеориты происходят из небесного эфира, а в средние века, по словам Фламариона, метеориты прямо считались обломками небесного свода. Если принять во внимание, что большинство известных в древности метеоритов имело железный состав, то станет понятно, почему небо считалось железным. В греческом языке также встречается слово *sidēros*, которое означает и звезду и железо. Замечательно, что в книге Иова гром, а может быть и звуки при падении метеоритов, считаются треском небесного шатра (XXXVI, 29).

Однако с таким представлением не вязалась чистота и прозрачность небесного купола, и потому представление о железном небе заменилось впоследствии представлением о кристаллическом, подобном камню сапфиру (Исход. XXIV, 10), или хрустальном небе. Таким образом сохранялась мысль о твердости неба с одновременным представлением о прозрачности его. По воззрениям средних веков небо «леденовидно от воды аки хрусталь» и своими краями упирается в горизонт и будто бы один миссионер даже дошел до этого «края света» и пролез под этот край купола неба, чтобы рассмотреть механизм вселенной (рис. 1) Таким образом наивные представления смешивались с фантастическими вымыслами.

Птоломеева система, пытавшаяся объяснить движение всех планет и звезд вокруг Земли, допускала существование целого ряда хрустальных сфер, концентрически заключенных одна в другую вокруг земного шара, а высшее или «эмпирейское» небо отодвигала превыше всех. При таком представлении давался уже большой простор для всей поднебесной, т. е. области внутри хрустальной сферы, где движутся планеты, а ближе к поверхности земного шара происходят различные оптические явления (радуга, круги около Солнца и Луны), плавают облака, производящие гидрометеоры,

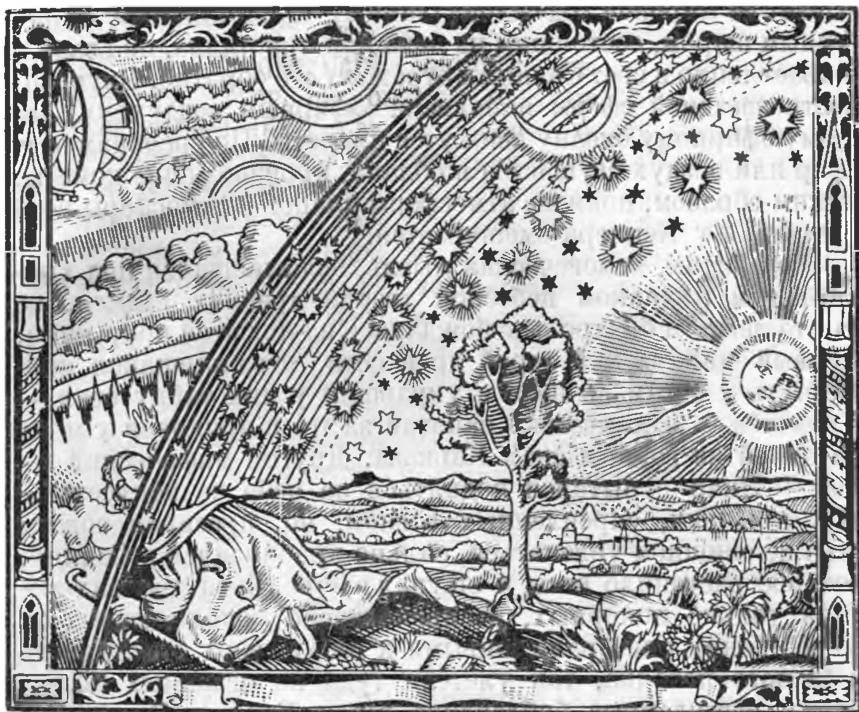


Рис. 1. Средневековый миссионер у «края неба».

где от «воскурения газов», поднимающихся с Земли, вспыхивают падающие звезды и даже образуются целые кометы. Таково было представление древности об атмосфере.

Коперник своим учением о движении Земли вокруг Солнца разрушил хрустальные сферы Птолемея, но не дерзнул еще тронуть высшее «эмпирейское» небо, существование которого допускал и такой великий ум, как Кеплер, «законодатель неба», давший нам математическое объяснение движения небесных тел по их орбитам, который полагал, что Солнце — в центре мира; оно, как Земля и планеты, окружено эфирной оболочкой (*aurea aetherea*); наконец, вселенную замыкает твердая звездная сфера, которая, по оценке Кеплера, имеет примерно 2 немецких мили толщины (около 15 км). Он на-

зывает ее мировой «одеждой» (tunica), кристалльным поднебесным шаром, состоящим из льда или кристалла, она задерживает тепло и свет Солнца и отражает его обратно. Внутренность звездной сферы наполнена «эфирным воздухом». По этому эфирному океану движутся планеты. По временам этот эфир или воздух сгущается в облака, производящие кометы. Таким образом, понятие атмосферы планет и атмосферы всей вселенной у Кеплера смешивается.

Как видим, человеческая мысль, задышавшаяся под хрустальным колпаком небесной тверди древних времен, не так-то легко и быстро освобождалась из-под этой покрывки. Первый мифический герой древности, отважившийся проникнуть к богам на небо и укравший у них тайну огня, — Прометей — был жестоко наказан за это и прикован у моря на одной из горных скал Кавказа. Другой мифический герой — Икар — пытался подняться на небо на искусственных крыльях, скрепленных воском, но, презирая советы отца не слишком увлекаться, сильно приблизился к Солнцу, которое растопило воск, и он упал в море. Боги древних любили только покорных, беспрекословно исполняющих их волю. Таких они брали живыми к себе на верх стеклянного небесного потолка, так улетели туда на огненных колесах легендарные библейские герои Енох и Илья. Все эти легенды древности любопытны в том отношении, что являются показателями полета человеческой мысли, уже в то отдаленное время стремившейся преодолеть всякие преграды и проникнуть за пределы хрустального неба.

Однако, с того времени, как с хрустальным небом было покончено, встал другой вопрос. Если нет вокруг Земли и всего солнечного мира твердой скорлупы и воздух облегает земной шар со всех сторон, то как далеко он простирается от нее во все стороны? Есть ли это только оболочка земного шара, как и у других планет, между которыми царит абсолютная пустота межпланетного пространства, или же эта воздушная среда представляет собою только наиболее сгущенную вокруг планет часть вещества, разреженно наполняющего собою все мировое пространство или, по крайней мере, пределы нашей солнечной системы?

Вопрос этот приблизился к своему разрешению лишь тогда, когда был изобретен барометр, т. е. инструмент, позволяющий определять давление воздуха (*baros* — тяжесть и *metrôn* — мера). В XVII в. флорентинские водопроводчики заметили, что вода по вертикальным трубам для фонтанов не поднимается выше 32 футов (более 10 м). Это обстоятельство удивило всех, так как в то время существовало мнение, что «природа не терпит пустоты», стремясь заполнить ее. Пришлось ввести поправку, что природа не терпит пустоты лишь до известного предела. В 1642 г. Торичелли, размышляя над этим, пришел к открытию барометрического давления. Он думал, что вес столба воздуха определенного сечения, мысленно вырезанный из всей толщи атмосферы, может уравниваться столбом воды того же сечения в 10,4 м высотой. Он остановился на мысли, что если из какой-либо трубки выкачать воздух и открытый конец ее погрузить в резервуар с водою, то давление воздушного столба на резервуар с водою заставит воду подняться в трубке до той высоты, на которой вес подпавшей в трубке воды сравняется с весом воздуха, давящего на такую же поверхность сосуда, как поперечное сечение трубки. Торичелли заменил воду ртутью, которая в 13,6 раз весит больше воды и этим путем избавился от необходимости производить громоздкий опыт с водою. Ртуть могла уравновесить соответственный столб воздуха, будучи высотой всего 760 мм. Опыт был произведен и, таким образом, был изобретен ртутный барометр.

Но если причина поднятия воды или ртути заключается в давлении воздуха, то в атмосфере на разных высотах вследствие уменьшения массы воздуха, остающегося сверху, вес ртутного столба, а следовательно, и высота его должны постепенно уменьшаться. Такие опыты вскоре же были произведены. В Клермоне ртуть стояла на высоте 722 мм, между тем как на вершине горы около этого же города высота ртутного столба была только 627 мм. Это и последующие подобные же измерения показали, что мы имеем легкое и надежное средство для определения массы всей атмосферы и вместе с тем для определения высот над уровнем моря различных возвышенных точек земной поверхности.



Рис. 2. Торичелли, изобретающий ртутный барометр.

Масса всей атмосферы, окружающей Землю, оказалась в 100 000 раз меньше массы самой Земли. Так как литр воды

весит в точности 1 кг, то вся атмосфера весит столько же, сколько 6 млн. куб. км воды. Но если бы атмосфера состояла из воды, то она окружила бы Землю очень тонким слоем, всего в 10 м высоту. Если бы вся масса воздуха, окружающего Землю, сгустилась в один шар, то он весил бы столько же, сколько сплошной медный, имеющий в диаметре около 107 км.

Вес всей атмосферы превышает вес всего Кавказского хребта, имеющего в длину 1200 км при средней ширине 100 км и средней высоте самого хребта в $3\frac{1}{2}$ км. Если Кавказский хребет скопать и сделать из него куб, то сторона этого куба будет 55 км, тогда как куб той же плотности, равной по весу всей атмосфере, имел бы стороной 130 км.

Исходя из законов физики, выводится математическим путем формула, выражающая изменение атмосферного давления с высотой; она дает возможность, зная температуру, влажность, барометрическое давление внизу, а также учитывая предполагаемое уменьшение температуры и влажности с высотой, вычислять давление атмосферы для любой высоты. Так например, на высоте 10 км давление атмосферы равно 199 мм, 20 км — 42 мм, 50 км — 0,32 мм, 100 км — 0,02 мм. По этой же формуле вычисляется, что до высоты 5,52 км находится половина всей массы атмосферы, а выше 18,5 км — только 0,1 массы атмосферы.

Если произвести теоретический расчет, до какой же предельной высоты может простираться атмосфера, удерживаемая притяжением Земли, во время ее движения в мировом пространстве, то, рассматривая уменьшение тяжести совместно с приращением центробежной силы, придем к выводу, что на расстоянии 6,64 земного радиуса центробежная сила уже равняется тяжести, т. е. если бы были возможны на этом расстоянии от Земли какие-либо воздушные частицы, то они оторвались бы от нее. Выражая это расстояние в километрах, получим 42 150 км. Как видим, расстояние это громадно и 0,1 массы всей атмосферы, остающаяся уже за пределами высоты 18,5 км, будучи рассеянной на пространстве остающихся 42 131,5 км, дала бы практически сильно разреженную пустоту, на самом же деле границы ощутимой атмосферы, как увидим, простираются, вероятно, не дальше 1 000 км.

II. ТРОПОСФЕРА КАК НИЖНЯЯ ОБЛАСТЬ АТМОСФЕРЫ

Атмосфера, окружающая земной шар, вместе с тем проникает собою гидросферу и биосферу. Под гидросферой принято понимать совокупность всех водоемов: океанов, морей, озер, рек и подземных вод. Биосфера представляет собою зону деятельности живых организмов и распространяется в гидросфере, атмосфере и частично даже в литосфере (земной коре). Атмосферу разделяют на две неравных по величине области, сильно различающихся по своим свойствам — тропосферу и стратосферу.

Тропосфера — это большая по массе, но меньшая по объему часть атмосферы, непосредственно прилегающая к земной поверхности и простирающаяся в высоту над уровнем моря в средних широтах не более 10—12 км. Ближе к полюсам граница тропосферы снижается до 8—9 км, а у экватора, наоборот, поднимается до 15—16 км. Это область, в которой образуются и движутся облака, конденсируются и выпадают на землю осадки в виде дождя, снега и града и происходят не только горизонтальные, но и вертикальные движения воздушных токов. Вообще говоря, тропосфера — это среда, в которой происходят всевозможные перемены

погоды, характеризующие климат той или иной местности, и в ней же сосредоточено наибольшее и разнообразнейшее проявление жизни на Земле.

Стратосфера — это наименьшая по весу, но наибольшая по объему внешняя часть атмосферы Земли. Она по своим физическим особенностям значительно отличается, особенно в высших слоях, от тропосферы, и все дальнейшее изложение наше будет посвящено ей. Прежде же, чем перейти к описанию стратосферы, нам необходимо для отчетливого понимания разницы в строении и значении для нас этих двух сфер, несколько остановиться на тропосфере.

Выше мы говорили о давлении атмосферы. При более детальном изучении его на разных высотах убедились, что с высотой меняется не только давление, но и плотность самой атмосферы. Если бы плотность воздуха всюду была одинакова и не менялась с высотой, то уже на высоте 8 км был бы предел нашей атмосферы и до нее почти достигал бы пик Сталина, а вершина горы Эверест лежала бы за пределами однородной атмосферы. На самом же деле плотность атмосферы с высотой уменьшается постепенно и определенную границу между «следами воздуха» и безвоздушным пространством провести вряд ли возможно. На высоте 40 км при давлении всего в 1 мм плотность воздуха уже исчезающе мала; практически же атмосфера для нас существует немного выше 10—13 км. Это и есть область, называемая тр о п о с ф е р о й. Облака, плавающие в тропосфере на разных высотах, не поднимаются выше 13 км. Самые низкие из них — слоистые, дождевые и кучевые — располагаются на высоте 0,5—3 км и потому нередко даже закрывают собою вершины гор. Облака перисто-кучевые, в среднем, бывают на высоте 5—7 км, перистые, состоящие уже из сплошных ледяных кристаллов, — на высоте 6—9 км, а в некоторых случаях поднимаются до высоты 10—13 км. Таким образом, уже по внешнему виду этих облаков можно приблизительно судить, на какой высоте проходит несущее их воздушное течение, направление которого нередко не совпадает с направлением ветра у поверхности земли. Уже это простое наблюдение показывает нам, что на разных высотах в тропосфере бывают разные течения.

Все смены погоды на Земле стоят в тесной связи с воздушными массами, переносящими погоду из одного места в другое. Этот перенос погоды воздушными массами, обуславливающими тот или иной тип погоды, происходит в тропосфере в горизонтальном направлении; но вместе с тем, в воздушных массах, горизонтально передвигающихся по поверхности земли, происходят и вертикальные движения воздуха. Холодный воздух, как более плотный, стремится растекаться вниз, а теплый, наоборот, подниматься вверх. Поэтому и различаются нисходящие и восходящие токи воздуха. Кроме того, холодный воздух скопится главным образом в приполярных областях, откуда избыток его растекается в направлении к экватору, теплый же воздух, нагреваясь в экваториальных и притропических странах, направляется к полюсам.

Между 50 и 70 параллелями в тропосфере обычно происходит встреча двух течений, арктического и тропического воздуха. В этой зоне встречи двух течений зарождаются циклоны, в которых тропические языки воздуха, устремляясь поверх холодных масс арктического воздуха, образуют восходящие воздушные токи, поднимающие испарения сводом и поверхности земли и формирующие в облаках осадки, которые выпадают затем обратно на землю. Холодные же массы воздуха вклиниваются под теплые и вытесняют их наверх, откуда теплые потоки, постепенно охлаждаясь, направляются в полярные страны, поддерживая и питая там постоянный запас холодных масс воздуха; все эти образования в основном происходят в тропосфере.

Вследствие движения Земли круговорот в «атмосферной машине» или так называемая «атмосферная циркуляция» происходит не в точности с юга на север и обратно, а с уклоном от запада к востоку, причем ветры в циклонах северного полушария вращаются против движения часовой стрелки. Холодный воздух, замещающий место прошедшего циклона, устремляясь с севера на юг, образует антициклоны — обратную систему ветров — по движению часовой стрелки в нашем полушарии. При этом антициклоны приносят с собою обычно сухую и в большинстве случаев ясную погоду, холодную зимой и жаркую летом, когда арктический воз-