

Атмосферные явления / Atmospheric Phenomena

By Eugene V. Bobukh / Евгений Бобух

Серебристые облака / Noctilucent Clouds



Серебристые облака над Атлантическим океаном, август 2001.
Noctilucent Clouds over the Atlantic Ocean, August 2001

Серебристые облака, изображённые на картинке -- очень красивое явление природы. Увидеть их можно нечасто и только на закате/рассвете, когда солнце "подсвечивает" их из-за горизонта на фоне тёмного неба.

Природа серебристых облаков до сих пор не вполне ясна. Это не удивительно: ведь "обитают" они на высоте 80-100 километров -- вдесятеро выше облаков перистых, более нам привычных.

Noctilucent clouds are uncommon and quite spectacular phenomena. Normally they are seen 1-2 hours either before the sunrise or after the sunset, when the sun illuminates them from below the horizon against the background of the dark sky.

Their nature is still debated. No surprise: the noctilucent clouds are located at edge of space, at the altitude of 50-65 miles which is some 10 times higher than common cirri [fleece] clouds. So they are quite difficult to reach and examine :)

Обычные облака / Clouds

Земля и Титан -- единственные планеты в Солнечной системе, где влажный воздух существенно легче сухого. Он естественным образом "всплывает" вверх, неизмеримо усложняя и без того непростое движение воздуха, вызванное прочими причинами. Благодаря этому разнообразие форм земных облаков трудно поддаётся описанию. Ниже показаны несколько его примеров.

Earth and Titan are the only known planets where wet air is significantly lighter than arid air. So it is naturally buoyant and tends to rise, greatly increasing the complexity of the air motion. As a result of that, the diversity of shapes of the Earth's clouds is tremendous. Below are shown just a few samples of it which I consider interesting.



Вымеобразные облака, Беллевью, лето 2001
Mammatus clouds, Bellevue, summer 2001



Грозовой фронт над побережьем Нидерландов, август 2001
Thunderstorm cloud over the Netherlands ocean shore, August 2001



Перистые облака с тонкой структурой, Редмонд, США, апрель 2004 г.
Fine-grained fleecy clouds, Redmond, April 2004



Линзовидные облака в восточной части штата Вашингтон, август 2005
Lenticular clouds in Eastern Washington, August 2005



Грозное облако, Редмонд, США, июнь 2004 г.
Thunderstorm cloud, Redmond, June 2004



Поле кучевых облаков над средней полосой России, вид с высоты в 5 км, июль 2009.
Cumulus clouds field over Russia seen from the altitude of 3 miles, July 2009

Тень Земли / Earth's Shadow



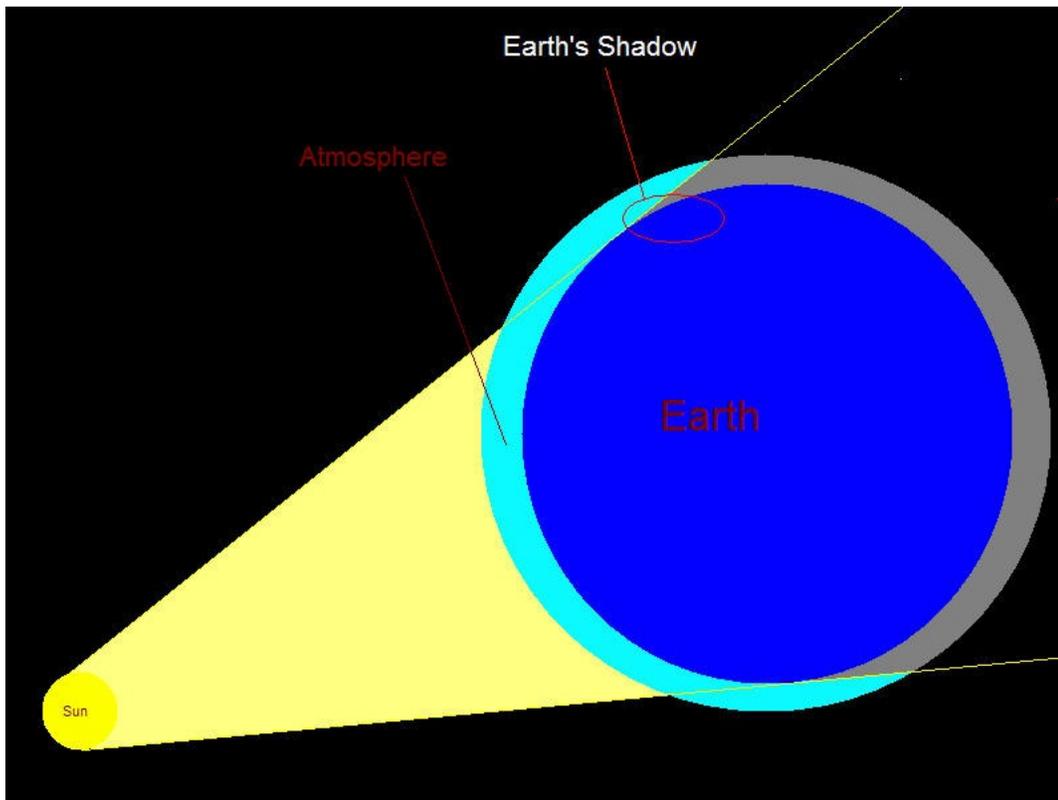
Тень Земли, январь 2004 г.
Earth's shadow, January 2004



Тень Земли, декабрь 2003 г.
Earth's shadow, December 2003

Да, этот треугольник в воздухе -- самая настоящая тень от нашей планеты. А видно её потому, что пролегает она в атмосфере. Наблюдать это явление удаётся нечасто: для этого желательно находиться высоко в воздухе и близко к полярным широтам. Но мне удалось видеть его несколько раз. Нижеприведённая картинка поясняет происхождение этой тени и причину её треугольной формы.

Yes, this dark triangle is the Earth's shadow stretching across the atmosphere. This phenomena is not easy to spot. Being at the polar latitudes and elevated location helps with it. I was lucky though to see it several times. The picture below explains the origin and the shape of this shadow.



Рэлеевское рассеяние / Rayleigh Scattering

Свет, проходящий земной воздух, слегка рассеивается. От этого далёкие предметы кажутся погружёнными в дымку. Рассеяние это тем сильнее, чем "синее" свет. Если быть точным, оно обратно пропорционально четвёртой степени длины волны света. В результате прозрачность воздуха в красном свете оказывается в 6-7 раз выше, чем в синем.

Но одно дело -- знать это теоретически, и совсем другое -- увидеть глазами. На нижеприведённой картинке показан один и тот же вид на гору Сай, снятый в разных диапазонах длин волн. Обратите внимание, как меняется прозрачность воздуха при переходе от ультрафиолета к инфракрасному свету.

Light is scattered by the air. This is the reason for distant objects appearing as if submerged in blue haze. The bluer is the light, the stronger is the scattering [precisely, it increases as the reverse of the 4th power of the wavelength]. As a result, the air is 6-7 times more transparent in red light than in blue one.

The picture helps to visualize that effect. It offers the same view towards the Mt. Si made through several different light filters transmitting at different wavelengths.



Ультрафиолетовое изображение снято в длинах волн 380-400 нм, синее -- 400-450 нм, "видимое" -- 400-700 нм, красное -- 600-700 нм, инфракрасное -- 800-1000 нм.

It is easy to see here how the air transparency improves from ultraviolet to blue to red to infrared light. The wavelengths used in each image are: ultraviolet 380-400 nm; blue 400-450 nm; visual 400-700 nm; red 600-700 nm; infrared 800-1000 nm.

Гало и родственные им явления / Various kinds of halos

Гало возникают при рассеянии света на капельках воды или упорядоченно ориентированных кристалликах льда в облаках. Известны **десятки** разновидностей гало, различающихся формой, цветом, размером и расположением по отношению к источнику света. Эти картинки, увы, покрывают лишь жалкую часть всего многообразия гало.

Halos are caused by light scattering on water droplets or [more commonly] regularly oriented ice crystals in the clouds. **Dozens** types of halos are currently known, each varying by shape, color, size and location relative to the light source. The pictures below represent only a tiny fraction of halos' diversity.



Я что-то даже не уверен, как это оптическое явление (отнюдь не редкое!) называется по-русски. Вид с самолёта, август 2002
The glory seen around airplane shadow on the clouds, August 2002



Лунное гало, ноябрь 2002
Lunar halo, November 2002



Нет, это не радуга. Цвета создаются преломлением света на ледяных кристаллах в перистом облаке на 10-километровой высоте. Июль 2003.
No, this is not a rainbow. This is called irisation -- the colors are produced by light refraction on ice crystals in a fleecy cloud. July 2003.



Андрей Маренич работает аттенуатором, помогая сфотографировать явление паргелия (ложного Солнца) в июле 2004 года.
Thanks to Andrey Marenich, I was able to take this picture of parhelia in July 2004.

Тени и лучи в воздухе / Shadows and rays in the air

Казалось бы, тень -- она и в Африке тень. Ну что может быть в ней интересного? А не скажите. Тень, пролегающая в полупрозрачной среде, демонстрирует весьма впечатляющие свойства, приятные глазу и будоражащие сознание. А воздух именно полупрозрачен, причём в разной степени, в зависимости от погоды.

At the first glance, shadows are boring. However that definitely is not the case for shadows in translucent media -- such as air. Such shadows often have quite impressive appearances, both in terms of visual perception and mental amusement.



Лучи и тени от облаков над Чикаго, июль 2009 г.
Shadow rays in dusty air over Chicago, July 2009.



Лучи в воздухе над островами Видби, июнь 2007.
Crepuscular rays over Whidbey islands, June 2007.

Картинка слева сделана на высоте примерно 4 километров. Нижележащий воздух слегка загрязнён пылью и копотью, и в нём великолепно прочерчиваются тени от "дырявых" облаков, расположенных чуть выше. Правая картинка снята на высоте около 2 километров. Воздух на ней чище, но закатное солнце светит под низким углом к горизонту и от этого лучи видны даже лучше.

Left picture is made at the altitude of approximately 3 miles. The air is somewhat polluted by soot and dust and allows seeing the rays. The picture on the right is made at the altitude of about 1.3 miles in much clearer air. However, since the sun was close to the horizon, the effective path of light in the air was much longer and that allowed a better visualization of the phenomena.

=====
А вот ещё интересное явление:
This is another interesting phenomena:



Сходящиеся тени от облаков в воздухе, август 2009 г.
Converging clouds shadows in the air, August 2009



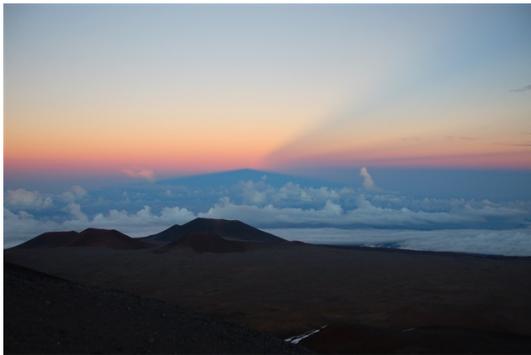
Сходящиеся тени от волн на воде, озеро Челан, сентябрь 2005
Shadows of waves converging in the water. Lake Chelan, September 2005

Левая картинка снята с самолёта с высоты 9.6 километра. Солнце светит сзади сверху сквозь лёгкие перистые облака, находящиеся чуть выше самолёта. Воздух, как известно, не совсем прозрачен: многокилометровые его слои всё-таки задерживают и рассеивают свет. Именно в результате такого рассеяния мы здесь и видим тени от облаков, "кинжалами" сходящиеся к точке правее и ниже центра изображения -- туда, где также видна тень... от самолёта и его дымного следа!

Вода, как известно, примерно в 1000 раз плотнее воздуха. Поэтому то же самое явление в ней можно наблюдать при толщине слоя лишь в несколько метров. Что и показано на изображении справа.

The picture on the left is made from an airplane at the altitude of 6 miles. The sun is behind and above. Even higher, faint fleecy clouds are located. Their shadows cast through the air visually converge deep down towards the spot where the shadow of the airplane and its' exhaust are discernible. Similar effect could be seen in water as demonstrated on the picture on the right. However since water is some 1000 times denser than air, it requires just a few meters of depth to observe that effect, as opposed to several kilometers for the air.

=====



Тень от горы Мауна Кеа, Гавайи, ноябрь 2007.
The shadow of Mauna Kea, Hawaii, November 2007.

Следующая тень -- от горы Мауна Кеа, Гавайи. Высота 4300 метров. Солнце светит сзади и тень протянулась по воздуху на десятки километров вперёд. Законы перспективы заставляют её казаться треугольной; так выглядят тени **всех** гор вне зависимости от их формы.

This shadow is cast by 14,000 ft tall Mauna Kea mountain on Hawaii. The sun shines from the behind, almost on the horizon, so the shadow is stretched for tens of miles forward. Regardless of the mountain shape, it's shadow is always triangular because of the perspective.

=====

Ну и напоследок вот вам ещё одна тень. Моя собственная. От костра. В тумане на Shi Shi Beach. Как видите, высотой она легко перекрывает деревья. Так сколько у шамана рук? :))

And here is one more shadow. This one mine :) It is cast by the fire upon the night fog on the Shi Shi beach. As you can see, my shadow is taller than the distant trees :)



Моя тень в тумане, Shi Shi beach, сентябрь 2006.
My shadow in the fog on Shi Shi beach, September 2006.

Световое загрязнение воздуха / Light pollution

Как мы уже заметили, воздух в достаточно толстых слоях вполне активно взаимодействует со светом. В частности, будучи освещён, он сам начинает "светиться" (главным образом за счёт рассеяния). Это доставляет немалые трудности астрономам, даже придумавшим специальное название этой проблеме: "световое загрязнение". Кто был ночью в горах, знает, сколь неизмеримо больше звёзд там можно увидеть по сравнению с городом. Причина именно в световом загрязнении, заставляющем воздух и небо слегка светиться. Это свечение "заглушает" тусклые звёзды, делая их незаметными. Разумеется, астрономы весьма несчастны по поводу происходящего и это ещё одна причина, по которой все серьёзные телескопы располагаются подальше от населённых мест с их фонарями, фарами и светящимися окнами.

Невооружённым взглядом световое загрязнение трудно заметить. Но достаточно снять воздух с длительной экспозицией в хоть сколько-то населённом месте, чтобы тут же убедиться в существовании этого явления:

As we've seen already, thick layers of air actually do interact with the light. Specifically, when illuminated the air "glows" (mostly due to light scattering). This causes some serious pain to astronomers, who even invented a term for this phenomena: "light pollution". It is the light pollution which causes the sky to slightly glow in the cities, making faint stars invisible there. If you've ever looked up in unpopulated mountains on the night, you might remember the striking difference: there are thousands of stars on the sky there...

For unaided eye, light pollution is almost undetectable. But if you take a long exposure shot anywhere near the populated area, you will immediately see how strong it could be, as demonstrated on these two pictures:



Свечение ночного воздуха, Гавайи, ноябрь 2007.
Glowing of the night air on Hawaii, November 2007.



Свечение воздуха вдоль трассы №90, апрель 2009.
Night air glowing near I-90 highway, WA, April 2009

Хотите верить, хотите нет -- но левый кадр сделан безлунной и тёмной гавайской ночью. Просто экспозиция при съёмке составила 146 секунд, а толщина воздушного слоя до горизонта -- около 20 километров. Хорошо видно, что при таких светочувствительностях воздух подобен чуть ли не молоку, жадно впитывающему свет от городов и проезжающих автомобилей.

На втором кадре (справа), сделанном далеко за городом, видно в общем-то то же самое.

The shot on the left is made in the middle of the dark moonless night on Hawaii. However, the exposure was 146 seconds, with the air thickness towards the horizon about 15 miles. Clearly, when dealing with such weak illumination levels, the air definitely needs to be considered. It almost looks like a milk on this picture :)

The image on the right shows light pollution caused by just a tiny populated spot on the I-90 highway.

Смог / Smog

От светового загрязнения перейдём к обычному. Когда находишься "на дне" атмосферы, оно малозаметно. Но поднявшись на самолёте, легко увидеть это грязно-оранжеватое "одеяло", укутывающее индустриальные центры планеты. В жаркую погоду, при отсутствии дождей оно легко достигает толщины в 5-8 километров, раскидываясь в ширину на сотни и тысячи миль!

Интересно, что жёлтый смог образуется в результате взаимодействия солнечного света с "первичными" индустриальными загрязнителями. В этом смысле он является дальним родственником фотохимического смога на Титане! Правда, там его гораздо больше; на Титане он образует основной облачный слой толщиной километров в 50 и отвечает за жёлто-оранжевую окраску этого небесного тела. Но если мы на Земле продолжим загрязнять среду теми же темпами, что и сегодня, то Титан мы, пожалуй, догоним и перегоним :)

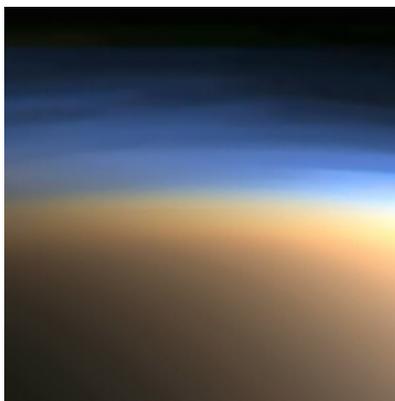
After light pollution, let's talk about the regular one. From the bottom on the atmosphere, it is not easily visible. But upon ascending a few miles on the airplane, it becomes prominent, appearing as a dirty yellowish "blanket" covering the ground. In the absence of rains, this blanket can easily reach 5 miles

in thickness and stretch thousands of miles across!

Interestingly enough, the yellowish color of smog is caused by complex photochemical reactions in it triggered by the sunlight. In that sense, the terrestrial smog is chemically similar to the haze on Titan. The only difference is that on Titan it is much stronger. There, it creates the primary cloud deck some 30 miles thick and is responsible for the orange color of Titan. However, if we keep polluting the Earth at current pace, it might take far less than forever to reach the Titan's hazy conditions here on our planet :)



Смог над штатом Мичиган, август 2009.
Smog over Michigan, August 2009.



Атмосфера Титана, 2004-2005
Atmosphere of Titan, 2004 or 2005.
Image Credit: NASA & the European Space Agency & the Italian Space Agency/Cassini

Северное сияние / Aurora Borealis

Северные сияния происходят на очень больших высотах -- от 100 километров и до нескольких тысяч. Но всё-таки атмосфера играет ключевую роль в их создании: ведь именно свечение её атомов, возбуждённых ударами энергичных частиц, мы и воспринимаем как сияние.

Ниже приведены две фотографии этого явления. Первая сделана с поверхности Земли в окрестностях Сиэтла. Вторая -- с самолёта, пролетающего в 11 километрах над Гренландией :)

Aurora Borealis happen at the very edge of space at altitudes between 60 and several thousand miles. Yet they could be considered atmospheric phenomena, since this is the glow of the excited atoms of atmospheric gases which we perceive as aurora.

Of the two pictures below, the first is made from nearly the sea level in Seattle, and the second one from the airplane cruising 7 miles above Greenland :)



Северное сияние, ноябрь 2003.
Aurora borealis, November 2003.



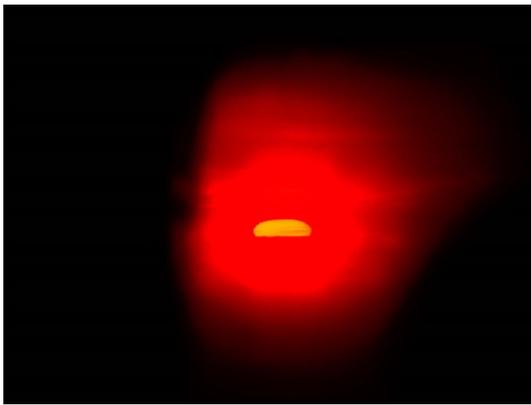
Северное сияние, январь 2003.
Aurora borealis, January 2003.

Рефракция / Refraction

Воздух не только поглощает и рассеивает свет. Он его ещё и преломляет. От этого объекты, находящиеся близко к горизонту, кажутся "сплюснутыми" по вертикали.

Этот эффект примерно удваивается при съёмке с большой высоты. Именно это мне удалось увидеть в декабре 2001 года, пролетая над Гренландией. Солнце еле-еле взошло, лишь чуть показавшись над горизонтом, и оказалось неимоверно сплюснутым, как видно на этом кадре:

The air also refract the light. Because of that, objects close to the horizon appear vertically compressed. The effect is much stronger if observed from high altitudes or from space. On this image, taken from the airplane 7 miles above the Greenland, you can see how much the rising sun was distorted because of the refraction.



Восход солнца над Гренландией, декабрь 2001.
Sunrise seen high above the Greenland, December 2001

Разное / Miscellaneous



След конденсации, оставленный садящимся самолётом, отчётливо "прорисовывает" движение воздуха. Мюнхен, декабрь 2006.
Airplane trace reveals air motion. Munich, December 2006.



А здесь происходит другая "прорисовка" -- структуры облака светом молнии изнутри его. Саммамиш, сентябрь 2007.
Cloud's structure revealed by the lightning. Sammamish, WA, September 2007.



На этом изображении можно ещё раз воочию глазами увидеть сам воздух. Подобно воде, он "налил" во впадины между гор. Штат Вашингтон, август 2009.
Here you can see the air "poured" in between the mountains just like water. State of Washington, August 2009.

===

Text Author(s): Eugene Bobukh === Web is volatile. Files are permanent. **Get a copy:** [PDF] [Zipped HTML] === **Full list of texts:** <http://tung-sten.no-ip.com/Shelf/All.htm> === **All texts as a Zip archive:** <http://tung-sten.no-ip.com/Shelf/All.zip> [mirror: <https://1drv.ms/u/s!AhyC4Qz62r5BhO9Xopp1yxWMSxtaOQ?e=b1KSiI>] === **Contact the author:** h o t m a i l (switch name and domain) e u g e n e b o (dot) c o m === **Support the author:** 1. **PayPal** to the address above; 2. **BTC:** 1DAptzi8J5qCaM45DueYXmAuiyGPG3pLbT; 3. **ETH:** 0xbDf6F8969674D05cb46ec75397a4F3B8581d8491; 4. **LTC:** LKtdnrau7Eb8wbRERasvJst6qGvTDPbHcN; 5. **XRP:** ranvPv13zqmUsQPgazwKkWCeAYecjYxN7z
=== **Visit other outlets:** Telegram channel <http://t.me/eugeneboList>, my site www.bobukh.com, Habr <https://habr.com/ru/users/eugenebo/posts/>, Medium <https://eugenebo.medium.com/>, Wordpress <http://eugenebo.wordpress.com/>, LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/eugenebo>, ЖЖ <https://eugenebo.livejournal.com>, Facebook <https://www.facebook.com/EugeneBo>, Steemit <https://steemit.com/@eugenebo>, MSDN Blog https://docs.microsoft.com/en-us/archive/blogs/eugene_bobukh/ === **License:** Creative Commons BY-NC (no commercial use, retain this footer and attribute the author; otherwise, use as you want); === **RSA Public Key Token:** 33eda1770f509534. === **Contact info** relevant as of 7/15/2022.

===