

1 Полярное сияние

Полярное сияние (северное сияние) — свечение (люминесценция) верхних слоёв атмосфер планет, обладающих магнитосферой, вследствие их взаимодействия с заряженными частицами солнечного ветра.

Содержание

| | |
|---------------------------|---|
| 1 Полярное сияние | 1 |
| 2 Содержание | 1 |
| 3 Природа полярных сияний | 2 |
| 4 Полярные сияния Земли | 2 |
| 5 Искусственно созданные | 4 |
| 6 В культуре | 4 |
| 7 Литература | 5 |

2 Содержание

| | |
|-----------------------------------|---|
| Природа полярных сияний | 1 |
| Полярные сияния Земли | 2 |
| Искусственно созданные | 4 |
| В культуре | 4 |
| Литература | 4 |

3 Природа полярных сияний

В очень ограниченном участке верхней атмосферы сияния могут быть вызваны низкоэнергичными заряженными частицами солнечного ветра, попадающими в полярную ионосферу через северный и южный полярные каспы. В северном полушарии каспённые сияния можно наблюдать над Шпицбергом в околополуденные часы. При столкновении энергичных частиц плазменного слоя с верхней атмосферой происходит возбуждение атомов и молекул газов, входящих в её состав. Излучение возбуждённых атомов в видимом диапазоне и наблюдается как полярное сияние. Спектры полярных сияний зависят от состава атмосфер планет: так, например, если для Земли наиболее яркими являются линии излучения возбуждённых кислорода и азота в видимом диапазоне, то для Юпитера — линии излучения водорода в ультрафиолете.

Поскольку ионизация заряженными частицами происходит наиболее эффективно в конце пути частицы и плотность атмосферы падает с увеличением высоты в соответствии с барометрической формулой, то высота появлений полярных сияний достаточно сильно зависит от параметров атмосферы планеты, так, для Земли с её достаточно сложным составом атмосферы красное свечение кислорода наблюдается на высотах 200—400 км, а совместное свечение азота и кислорода — на высоте ~ 110 км. Кроме того, эти факторы обуславливают и форму полярных сияний — размытая верхняя и достаточно резкая нижняя границы.

4 Полярные сияния Земли

Полярные сияния наблюдаются преимущественно в высоких широтах обоих полушарий в овальных зонах-поясах, окружающих магнитные полюса Земли — авроральных овалах. Диаметр авроральных овалов составляет 3000 км во время спокойного Солнца, на дневной стороне гра-

ница зоны отстоит от магнитного полюса на $10\text{--}16^\circ$, на ночной — $20\text{--}23^\circ$. Поскольку магнитные полюса Земли отстают от географических на $\sim 12^\circ$, полярные сияния наблюдаются в широтах $67\text{--}70^\circ$, однако во времена солнечной активности авроральный овал расширяется и полярные сияния могут наблюдаться в более низких широтах — на $20\text{--}25^\circ$ южнее или севернее границ их обычного проявления. Например, на острове Стюарт, лежащем лишь на 47° параллели, сияния происходят регулярно. Маори даже называли его «Пылающие небеса». В спектре полярных сияний Земли наиболее интенсивно излучение основных компонентов атмосферы — азота и кислорода, при этом наблюдаются их линии излучения как в атомарном, так и молекулярном (нейтральные молекулы и молекулярные ионы) состоянии. Самыми интенсивными являются линии излучения атомарного кислорода и ионизированных молекул азота. Свечение кислорода обусловлено излучением возбужденных атомов в метастабильных состояниях с длинами волн $557,7\text{ нм}$ (зелёная линия, время жизни $0,74\text{ с}$) и дублетом 630 и $636,4\text{ нм}$ (красная область, время жизни 110 с). Вследствие этого красный дублет излучается на высотах $150\text{--}400\text{ км}$, где вследствие высокой разреженности атмосферы низка скорость гашения возбужденных состояний при столкновениях. Ионизированные молекулы азота излучают при $391,4\text{ нм}$ (ближний ультрафиолет), $427,8\text{ нм}$ (фиолетовый) и $522,8\text{ нм}$ (зелёный). Однако, каждое явление обладает своей неповторимой гаммой, в силу непостоянства химического состава атмосферы и погодных факторов. Спектр полярных сияний меняется с высотой. В зависимости от преобладающих в спектре полярного сияния линий излучения полярные сияния делятся на два типа: высотные полярные сияния типа А с преобладанием атомарных линий и полярные сияния типа В на относительно небольших высотах ($80\text{--}90\text{ км}$) с преобладанием молекулярных линий в спектре вследствие столкновительного гашения атомарных возбужденных состояний в сравнительно плотной атмосфере на этих высотах. Полярные сияния весной и осенью возника-

ют заметно чаще, чем зимой и летом. Пик частотности приходится на периоды, ближайšie к весеннему и осеннему равноденствиям. Во время полярного сияния за короткое время выделяется огромное количество энергии. Так, за одно из зарегистрированных в 2007 году возмущений выделилось $5 \cdot 10^{14}$ джоулей, примерно столько же, сколько во время землетрясения магнитудой 5,5. При наблюдении с поверхности Земли полярное сияние проявляется в виде общего быстро меняющегося свечения неба или движущихся лучей, полос, корон, «занавесей». Длительность полярных сияний составляет от десятков минут до нескольких суток. Считалось, что полярные сияния в северном и южном полушарии являются симметричными. Однако одновременное наблюдение полярного сияния в мае 2001 из космоса со стороны северного и южного полюсов показало, что северное и южное сияние существенно отличаются друг от друга

5 Искусственно созданные

Полярные сияния можно создать искусственно и затем изучать. Этому был посвящён, например, советско-французский эксперимент АРАКС, проведённый в 1975 году.

6 В культуре

«Радиоволна», художественный фильм 2000 г., США «Белый плен», художественный фильм 2006 г., США «Белая мгла», художественный фильм 2009 г., США

7 Литература

Kruesi, L. (2009). Aurorae are not mirror images. *Astronomy*, 37 (11). Александров, Н. Л. (2001). Полярные сияния. Соросовский образовательный журнал, 7 (5). Булат, В. Л. (1974). Оптические явления в природе. Просвещение. Зверева, С. В. (1988). В мире солнечного света. Гидрометеиздат. Исаев, С. И. (1980). Полярные сияния. Книж. изд-во. Мизун, Ю. Г. (1983). Полярные сияния. Наука. Мишин, Р. et al. (1989). Взаимодействие электронных потоков с ионосферной плазмой. Гидрометеиздат.