

# **Парниковый и антипарниковый эффекты в планетных атмосферах**

**А.С. Гинзбург**

**Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН**

## **Аннотация**

В докладе описываются основные физические процессы, обуславливающие наличие парникового и/или антипарникового эффекта в атмосферах планет земной группы.

Обсуждаются особенности и различия формирования равновесного температурного режима поверхностей и атмосфер Венеры, Марса и Земли в зависимости от газового и аэрозольного состава и, соответственно, оптических свойств планетных атмосфер.

Будут продемонстрированы реальные и гипотетические температурные эффекты мощных газовых и аэрозольных выбросов, а также различная роль облачности в атмосферах планет.

Мы живем на Земле в относительно комфортных климатических условиях благодаря так называемому парниковому эффекту земной атмосферы. При этом человечество очень боится роста содержания парниковых газов в атмосфере Земли и практически не беспокоится о возможности массового вымирания видов, включая и род человеческий, при мощных аэрозольных похолоданиях. Глобальное потепление, которое мы довольно слабо пока ощущаем, конечно, может привести к различным неприятностям, но, возможно, с ним можно бороться, либо к нему адаптироваться. Что же касается аэрозольных катастроф, то они уже случались на Земле.

Прежде чем обсуждать парниковые и антипарниковые эффекты, пару слов о самом термине. Во всех дачных и сельскохозяйственных теплицах и парниках жарко совсем не только и даже не столько потому, что в них есть парниковые газы.

Даже, если бы в теплице был бы абсолютно непоглощающий излучение газ, поверхность почвы нагревалась бы солнечными лучами, от почвы нагревался бы воздух в теплице (хотя бы за счет теплопроводности и конвекции).

Раньше иногда парниковый эффект называли атмосферным, но будем пользоваться устоявшейся терминологией.

Глобально осредненные температуры поверхности планет и приповерхностного воздуха на планетах земной группы (кроме Меркурия) обусловлены парниковым эффектом их атмосфер. Однако Земля, Марс и Венера ярко демонстрируют разнообразие проявления парникового эффекта в атмосферах с различной оптической глубиной, различным газовым и аэрозольным составом и разной облачностью. Для оценки величины парникового эффекта атмосферы главным параметром является ее оптическая толщина в тепловой области спектра.

**Марс.** Атмосфера состоит практически целиком из углекислого газа. Оптическая толщина марсианской атмосферы в тепловой области спектра невелика, поэтому тепловое излучение поверхности Марса прогревает ее практически равномерно по высоте. На Марсе случаются глобальные пылевые бури, которые создают ярко выраженный антипарниковый эффект.

**Венера.** Целиком покрыта облачностью на высотах выше 50 км, которая создает высокое альbedo планеты и резко уменьшает поток солнечного излучения к поверхности. Нижняя атмосфера Венеры, так же как и Марса, состоит практически целиком из углекислого газа, но имеет огромную оптическую толщину, в результате чего температура у поверхности Венеры – сотни градусов Цельсия.

**Земля.** Оптическая толщина атмосферы Земли в тепловой области много больше марсианской и много меньше венерианской. Облаков на Земле тоже больше, чем на Марсе, и меньше, чем на Венере. Кроме того, в земной атмосфере относительно мало углекислого газа.

При радиационном равновесии вертикальный градиент температуры в нижних слоях земной атмосферы является сверхадиабатическим, поэтому

возникают вертикальные потоки, уменьшающие этот градиент до величин, меньших адиабатического, в результате чего в атмосфере Земли существуют тропосфера и стратосфера.

Облака на Земле в основном формируются в толще тропосферы – постоянно перемешиваемом слое воздуха за счет восходящих и нисходящих потоков, поэтому облачность на Земле не может покрывать всю планету, а ее балл не может сильно отличаться от пяти баллов.

Живя на Земле в эпоху глобального потепления, обусловленного ростом содержания парниковых газов в атмосфере, важно иметь в виду, что есть и противоположный эффект – антипарниковый, величина которого зависит от наличия слоев аэрозоля, расположенных на различных высотах и состоящих из частиц с различными микрофизическими и оптическими свойствами.

Наиболее известные проявления и последствия аэрозольного эффекта: пылевые бури на Марсе, на Земле – мощные вулканические извержения, масштабные лесные пожары, «азиатское коричневое облако», вымирания видов после падения астероида, феномен «ядерной зимы», идея смягчения глобального потепления путем введения аэрозоля в стратосферу и тому подобное.