

# Роль радиационного фактора в формировании климата Земли

С.М. Семенов

Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН

## *Аннотация*

Доклад имеет вводный характер. В нем дается представление о взаимодействии солнечного излучения и инфракрасного излучения земной поверхности и атмосферных слоев с системой «атмосфера+земная поверхность». Будут рассмотрены явления рассеяния, поглощения и испускания излучения, роль этих процессов в формировании земного климата.

Особенное место будет уделено «парниковому эффекту». Парниковый эффект» сейчас не только элемент научных представлений о формировании климата, но предмет общественного интереса и политических дискуссий. Последнее связано с представлениями о его усилении при хозяйственной деятельности и последующем «нежелательном» изменении глобального климата вследствие этого.

Однако этот термин часто употребляется некорректно или в неправильном контексте, что связано как со сложностью самого понятия, так и с отсутствием общедоступного определения этого термина. Так, часто приходится слышать об «опасности» парникового эффекта и необходимости «борьбы» с ним. А ведь именно благодаря базовому парниковому эффекту на Земле имеются достаточно комфортные для человечества климатические условия.

Существующие определения парникового эффекта и изложения природы этого явления, к сожалению, не отвечают одновременно критериям общедоступности и научной строгости. Приведем два примера.

Вот цитата из Глоссария Рабочей группы I к Пятому оценочному докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), вышедшему в 2013-2014 гг.:

«Парниковый эффект. Инфракрасный радиационный эффект всех составляющих атмосферы, поглощающих инфракрасное излучение. Парниковые газы, облака, и (в малой степени) аэрозоли поглощают земное излучение, излучаемое поверхностью Земли и где-либо в атмосфере. Эти вещества излучают инфракрасную радиацию во всех направлениях, но, при прочих равных условиях, результирующее количество, эмитируемое в космос, обычно меньше чем могло бы быть в отсутствие этих поглотителей вследствие уменьшения температуры с высотой в тропосфере и ослабления эмиссии вследствие этого....».<sup>1</sup>

Признавая важность и в целом высокое качества доклада МГЭИК, надо отметить, что это пояснение понятия «парниковый эффект» нельзя признать удачным.

С другой стороны, среди специалистов-физиков часто используется определение парникового эффекта на Земле (см., например, (Монин, Шишков, 2000)), основанное на понятии эффективной температуры Земли  $T_e$  и ее отличии от фактической температуры земной поверхности  $T$ . Эффективная температура  $T_e$  соответствует потоку  $L$  инфракрасного излучения от Земли, уходящему в космос, в расчете на единицу земной поверхности. Она (в градусах Кельвина) оценивается в соответствии с законом Стефана-Больцмана  $L = \sigma T_e^4$ , т. е. в предположении о Земле как о черном теле. Если обозначить через  $T$  температуру земной поверхности, то разность  $\Delta T = (T - T_e)$  есть парниковый эффект. Эффективная температура Земли 249 К (или  $-24$  °С), температура земной поверхности 288 К (или  $+15$  °С), т. е. парниковый эффект равен 39 градусам. Отметим, что величина  $T_e$  определяется солнечной постоянной и планетарным альбедо, которое зависит от альбедо земной поверхности и атмосферы.

---

<sup>1</sup> Оригинал: «Greenhouse effect The infrared radiative effect of all infrared-absorbing constituents in the atmosphere. Greenhouse gases, clouds, and (to a small extent) aerosols absorb terrestrial radiation emitted by the Earth's surface and elsewhere in the atmosphere. These substances emit infrared radiation in all directions, but, everything else being equal, the net amount emitted to space is normally less than would have been emitted in the absence of these absorbers because of the decline of temperature with altitude in the troposphere and the consequent weakening of emission.....» (IPCC, 2013).

Это совершенно четкий научный подход, но, собственно, не к определению, а уже к способу измерения парникового эффекта. Из этого определения никак не видна природа явления. Поэтому в качестве общедоступного определения его использовать проблематично. Кроме того, ведь  $\Delta T$  может меняться и за счет изменения  $T_e$ , например, вследствие изменения светимости Солнца, изменения альбедо земной поверхности за счет изменений в землепользовании или альбедо атмосферы за счет увеличения содержания некоторых аэрозолей, что отношения к парниковому эффекту не имеет.

Таким образом, было бы своевременно систематически изложить исходное понятие о парниковом эффекте, историю его открытия и развития концепции, а также современные представления о роли парникового эффекта в формировании климата Земли и его антропогенных изменениях.

Кроме того, часто приходится слышать о переоценке роли антропогенного усиления парникового эффекта в современном потеплении. При этом ссылаются на то, что примерно с 1998 г. концентрация парниковых газов в атмосфере продолжает расти, а рост средней глобальной температуры замедлился или даже отсутствует. Это и подобные кажущиеся противоречия основаны, обычно, на недоразумениях, в том числе на смешении теоретического эффекта одного фактора и наблюдаемого явления, которое всегда многофакторное. Эти вопросы также будут затронуты в докладе.