

# Лекция 5

Парниковый эффект

# Радиационный баланс

$$Q_{\text{приход}} = I * S_{\text{проекции}} = Q_{\text{расход}} * (1-A)$$

$$Q_{\text{расход}} = S_{\text{земли}} * \sigma * T^4$$

$$T = [I * (1-A) / 4 \sigma]^{1/4}$$

$$T = 252^0\text{K}$$

Вид поверхности	Альbedo
Устойчивый снежный покров в высоких широтах (выше 60°)	0,80
Устойчивый снежный покров в умеренных широтах (ниже 60°)	0,70
Лес при устойчивом снежном покрове	0,45
Неустойчивый снежный покров весной	0,38
Лес при неустойчивом снежном покрове весной	0,25
Неустойчивый снежный покров осенью	0,50
Лес при неустойчивом снежном покрове осенью	0,30
Лес и степь в период между сходом снежного покрова и переходом средней суточной температуры воздуха через 283К	0,13
Тундра в период между сходом снежного покрова и переходом средней суточной температуры воздуха через 283К	0,18
Тундра, степь, лиственный лес в период от весеннего перехода температуры через 283К до появления снежного покрова	0,18
Хвойный лес в период от весеннего перехода температуры через 283К до появления снежного покрова	0,14

# Физические константы

**$I$  – Солнечная постоянная -  $1378 \text{ Вт/м}^2$**

**$R(\text{Земли})$  –  $6367 \text{ км}$ .**

**$A$  – среднее альbedo Земли -  $0,33$ .**

**$\Sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана  $-5,67*10^{-8}$   
 $\text{Вт/м}^2\text{К}^4$**

**Средняя температура поверхности Земли + 15°C,  
без парникового эффекта она была бы - 21°C.**

Парниковый эффект - один из механизмов  
жизнеобеспечения на Земле.

# Парниковый эффект

**Парниковый эффект – разогревание нижних слоев атмосферы, возникающее за счет поглощения теплового излучения поверхности Земли молекулами следующих газов:**

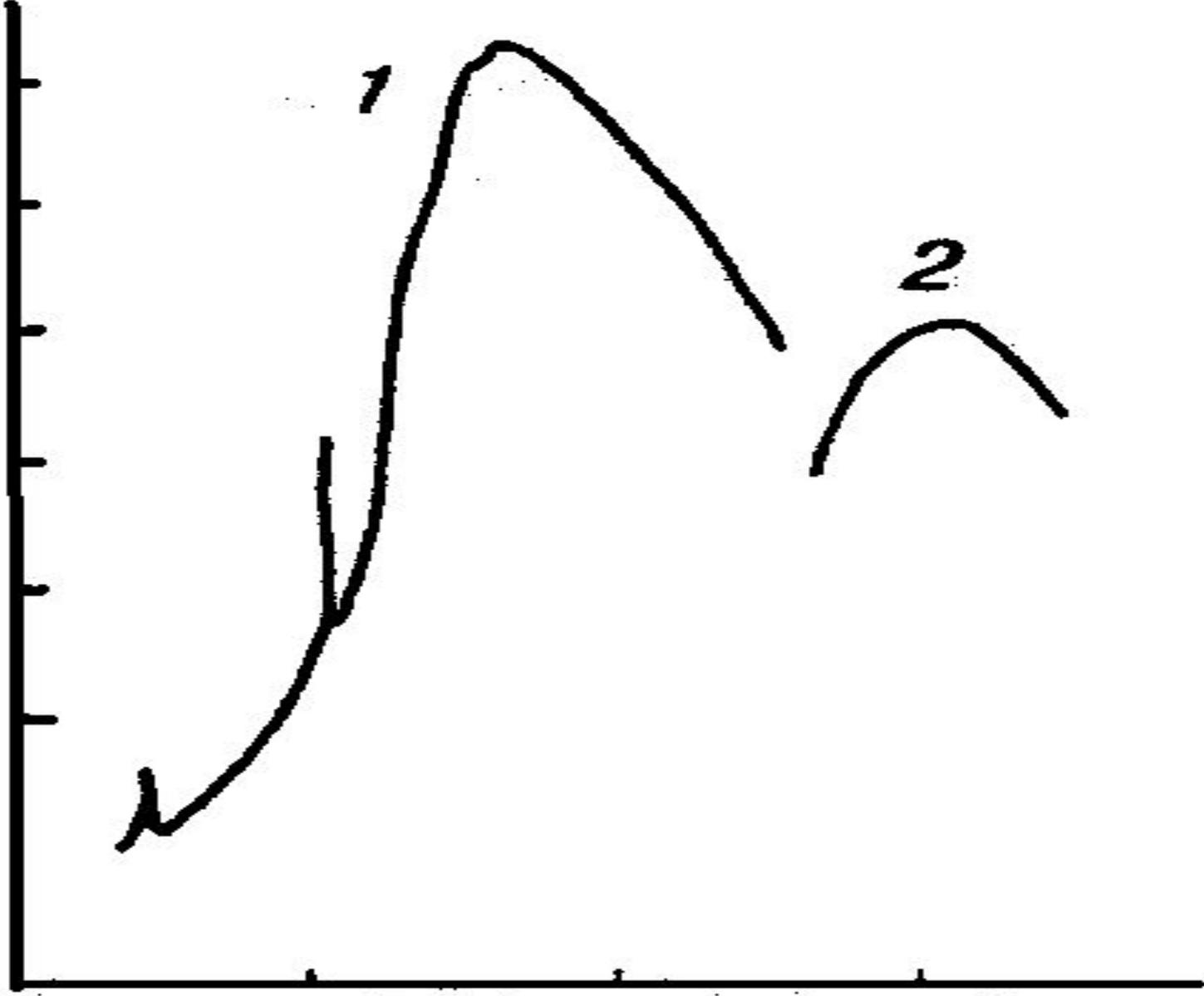
- водяной пар, находящийся в атмосфере
- углекислый газ (диоксид углерода) ( $\text{CO}_2$ ),
- метан ( $\text{CH}_4$ ),
- оксиды азота, в особенности  $\text{N}_2\text{O}$
- озон ( $\text{O}_3$ )
- хлорфторуглероды

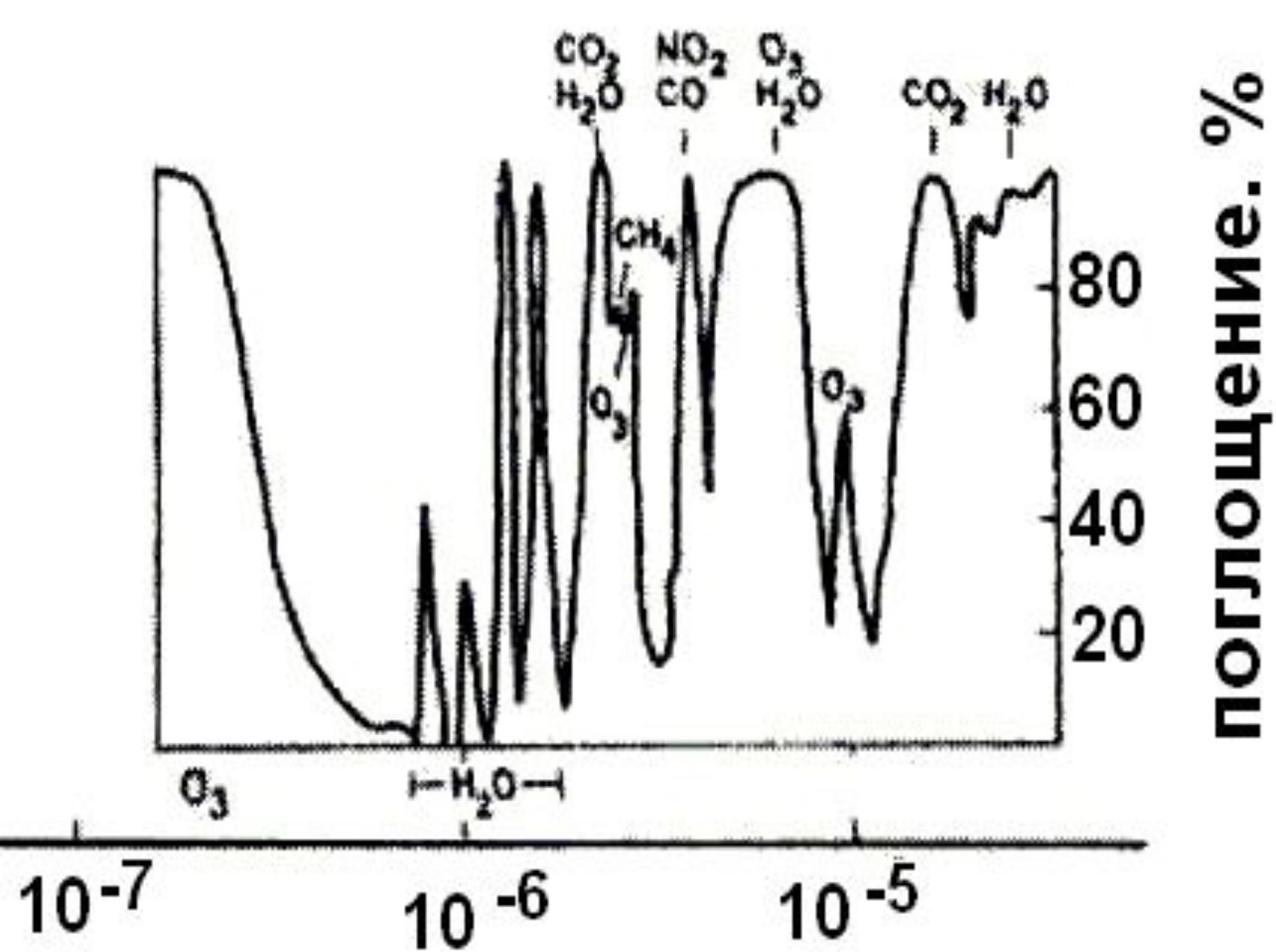
Интенсивность излучения,  
Вт/(м<sup>2</sup>·мкм)

1000  
100  
10  
1  
0,1  
0,01

10<sup>-8</sup> 10<sup>-7</sup> 10<sup>-6</sup> 10<sup>-5</sup>

Длина волны  $\lambda$ , м



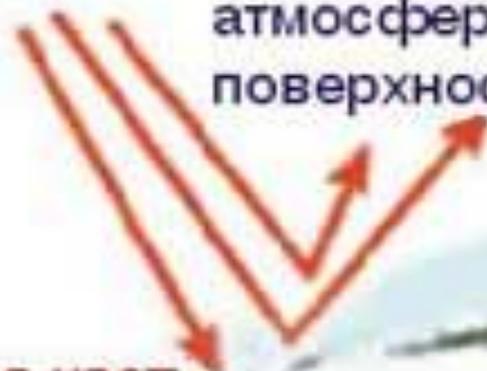


# Парниковый эффект

Часть излучения проходит сквозь атмосферу, а часть поглощается и переизлучается молекулами парниковых газов



Часть солнечного излучения отражается атмосферой и земной поверхностью



Большая часть солнечного излучения поглощается и нагревает поверхность Земли



Тепловое излучение земли частично уходит за пределы атмосферы



# Парниковый эффект

Парниковым может считаться любой газ, поглощающий в ИК-области и содержащийся в сколь угодно малых количествах в атмосфере.

- водяной пар, находящийся в атмосфере
- углекислый газ (диоксид углерода) ( $\text{CO}_2$ ),
- метан ( $\text{CH}_4$ ),
- оксиды азота, в особенности  $\text{N}_2\text{O}$
- озон ( $\text{O}_3$ )
- хлорфторуглероды

# Концентрация CO<sub>2</sub> (ppm)

180 тыс. лет назад 200

1750 год 280

1958 311

1985 345

2010 360

2017 400

2080 600

# Поступления CO<sub>2</sub> (млрд.т/год)

Природные источники	100
Антропогенные поступления	5,7
В том числе (%):	
Производство энергии	22
Транспорт	22
Промышленность	15
ЖКХ	15
Уничтожение лесов	26

# Концентрации и времена пребывания основных парниковых газов в атмосфере

Газ	Концентрация в доиндустриальную эпоху	Концентрация в 1998 г.	Скорость** изменения концентрации	Продолжительность пребывания в атмосфере
<b>CO<sub>2</sub></b>	~280 ppm	365 ppm	1,5 ppm в год*	5 – 200 лет***
<b>CH<sub>4</sub></b>	~700 ppb	1745 ppb	7,0 ppb в год*	12 лет****
<b>N<sub>2</sub>O</b>	~270 ppb	314 ppb	0,8 ppb в год	114 лет****
<b>ХФУ-11</b>	0	268 частей на тысячу	~1,4 частей на тысячу в год	45 лет
<b>ГФУ-23</b>	0	14 частей на тысячу	0,55 частей на тысячу в год	260 лет
<b>CF<sub>4</sub></b>	40 частей на тысячу	80 частей на тысячу	1 часть на тысячу в год	Более 50000 лет

- 1992 г. в Рио-де Жанейро принята рамочная конвенция ООН об изменении климата, далее к ней разработан и подписан Киотский протокол (1997)

**16 февраля 2005 г. вступил в силу  
Киотский протокол,  
по которому предусмотрено  
сокращение эмиссии  
парниковых газов.**

# Альтернатива Киото

- Летом 2005 г. США, Китай, Австралия, Индия, Южная Корея и др. страны региона подписали соглашение «Азиатско-Тихоокеанское партнерство по экологическому развитию и климату»

Конвенция прямо увязывает изменения климата с развитием

## Цель Рамочной Конвенции по изменению климата

достичь стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на достаточно низком уровне, позволяющем не допустить “опасного антропогенного вмешательства” в климатическую систему

*в сроки достаточные для того, чтобы*

- экосистемы могли адаптироваться естественным образом к изменениям климата;
- производство продовольствия не было поставлено под угрозу, и
- экономическое развитие продолжалось устойчивыми темпами

РКИК ООН подписана 192 Сторонами – глобальный охват

существует несколько главных позиций

### Соединенные Штаты

- Изменение климата – проблема долгосрочная
- Акцент на технологиях дающих сокращения в течение 20-30 лет, а не обязательных для выполнения целевых показателей и сроках

### Европейский Союз

- Изменение климата - насущный вопрос
- Шанс избежать опасного вмешательства может быть упущен в ближайшие 10-20 лет
- Необходимы обязательные целевые показатели и сроки

### Развивающиеся страны (Г 77)

- Изменение климата- насущный вопрос
- Развитые страны несут ответственность и должны действовать первыми
- Приоритет - развитие, борьба с нищетой
- Нужны дружественные климату технологии



Азиатско- Тихоокеанское партнерство  
(2006 г.)

США, Австралия, Индия, Япония,  
Китай, Южная Корея

# декабрь 2015 г. Парижское соглашение

Представители 196 сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (195 стран и Евросоюза) заключили соглашение ООН, которое определит после 2020 года объемы выбросов парниковых газов и меры по предотвращению изменения климата.

Соглашение, которое для вступления в силу должно быть еще ратифицировано странами, не предполагает отказ от ископаемого топлива, общемировые выбросы двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>) не ограничиваются.

Однако все без исключения страны должны принять свои национальные цели по снижению выбросов, технологическому перевооружению и адаптации к климатическим изменениям.