

Спектры поглощения атмосферных парниковых газов (CH_4 , N_2O , CO)

М. А. Одишария, **Н. Г. Чиabriшвили, Т. М. Каландадзе, Д.Д. Киркитадзе**

Изложены экспериментальные результаты по исследованию спектров поглощения атмосферных парниковых газов при прохождении солнечной радиации в толще атмосферы.

Установлены интервалы частот ($\Delta\nu$) солнечного инфракрасного излучения, в которых находятся спектры поглощения изучаемых газов.

Земная атмосфера влияет на спектральный состав проходящей через неё солнечной радиации. Во многих участках оптического диапазона от 0,01 до 1000 мкм атомами и молекулами, кроме рассеяния, имеют место поглощение, излучение и переизлучение. В этих процессах существенную роль играют так называемые парниковые газы – диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), оксиды азота (NO_x), моноксид углерода (CO) и хлорфторуглероды – CFCl_3 , CF_2Cl_2 . Парниковые газы беспрепятственно пропускают видимое излучение солнечного спектра, но задерживают как отраженное от поверхности Земли, а также излучаемое Землей длинноволновое – инфракрасное излучение. Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере способствует усилению так называемого парникового эффекта и, таким образом, повышению средней температуры на Земле.

Парниковые газы образуются на Земле в результате горения любого топлива (природного газа, нефтепродуктов, угля и т.д.), а также в засушливые сезоны (особенно в Южном полушарии), когда случается большинство естественных пожаров и наиболее интенсивно ведется сжигание биомассы человеком [1]. В результате происходит эмиссия парниковых газов в атмосферу и увеличение их концентрации.

Значения эмиссии парниковых газов от нашей планеты в атмосферу в 1990 и 1995 годах для таких газов как – диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), углерод (C), оксиды азота (NO_x), и галогены (F, Cl, ...) даются в Таблице 1 [2].

Таблица 1

Выбросы парниковых газов, миллион тонн						
Год	Общая эмиссия	Диоксид Углерода (CO_2)	Метан (CH_4)	Остаточный Углерод (C)	Оксиды Азота (NO_x)	Галогены (F, Cl, ...)
1990	1583	1353	170	125	36	24
1995	1676	1422	177	117	40	37

Особенно интерес к атмосферным парниковым газам возрос после того, как было замечено изменение климата планеты, в частности, – увеличение её температуры. По данным конференции, посвященной эмиссии парниковых газов в атмосферу и проведенной под эгидой ООН, в декабре 1997 г в Киото (Япония), с 1960 г средняя температура на Земле поднялась на 0,6–0,7°C. Научные оценки, связанные с потеплением климата, подтверждают, что средняя температура на Земле может к 2010 г. повыситься на 1,3 °C. В результате это может вызвать повышение уровня Мирового океана на 0,3 – 1 м и затопление значительных прибрежных территорий [2]. Исходя из

этого, понятен тот научный интерес, который связан с вопросами исследования как спектрального, так и количественного характера атмосферных парниковых газов.

В научной литературе опубликовано достаточное количество работ, посвященных изучению парниковых газов оптическими методами как методического, так и экспериментального характера [3–8]. Исследования в этом направлении осуществляются как наземными способами измерений, а также на воздушных шаров-зондов и искусственных спутников земли. При анализе полученных данных внимание уделяется происходящим в атмосфере фото-химическим реакциям между газами, и влиянию на эти реакции динамики атмосферы и метеосудов.

На рис. 1 для газов CO_2 , CH_4 , N_2O , CO , и O_3 стрелками указаны те длины волн, которые соответствуют средним значениям $\Delta\lambda$ -интервалов спектров поглощения солнечного инфракрасного излучения в атмосфере: $\lambda_1 = 2,1\text{ мкм}$ (CO_2); $\lambda_2 = 3,5\text{ мкм}$ (CH_4); $\lambda_3 = 3,9\text{ мкм}$ (N_2O); $\lambda_4 = 4,6\text{ мкм}$ (CO); $\lambda_5 = 9,6\text{ мкм}$ (O_3) [7]. Следует отметить, что на фоне спектра поглощения атмосферного водяного пара (H_2O) $\Delta\lambda$ -интервалы – “окна”, позволяющие экспериментально регистрировать спектры поглощения атмосферных парниковых газов.

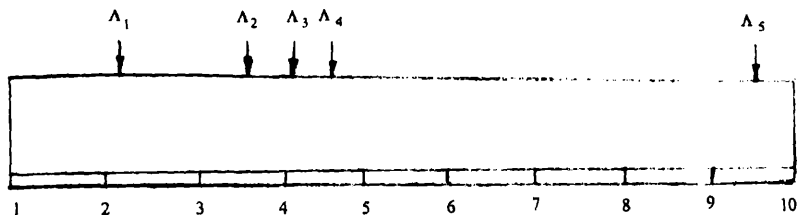


Рис. 1. Длина волны, λ , мкм.

Что касается методики выполненной работы, нами была разработана и практически реализована экспериментальная установка для исследования спектральной прозрачности атмосферы, в которой источником света является Солнце (интервал исследуемого спектра $4200 - 400\text{ см}^{-1}$). Установка смонтирована в г. Тбилиси на экспериментальной базе Института геофизики и подробно описана в [9]. Заметим лишь, что для регистрации качественных спектров поглощения необходимо, чтобы в процессе измерений атмосфера была прозрачной и турбулентность её минимальной.

На рис. 2–4 приведены спектры поглощения инфракрасного излучения солнца парниковых газов: метана (CH_4), окиси азота (N_2O) и углекислого газа (CO). Спектры полосатые и полосы четко выделены друг от друга. Стрелками показаны максимумы поглощения отдельных полос; t – время начала измерений; T – температура воздуха; p – атмосферное давление; f – относительная влажность воздуха.

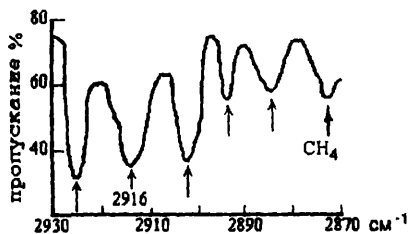


Рис. 2. Спектр поглощения метана (CH_4)
 $t = 13\text{ ч. } 32\text{ мин. } T = 19^\circ\text{C.}, p = 968\text{ мбар, } a = 58\%$

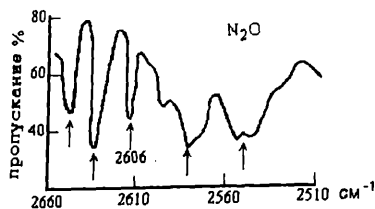


Рис. 3. Спектр поглощения оксида азота (N_2O)
 $t = 13$ ч. 55 мин. $T = 19^\circ C$., $p = 968$ мбар., $f = 58\%$.

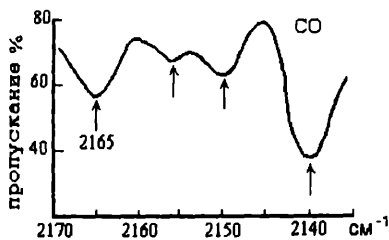


Рис.4. Спектр поглощения углекислого газа (CO)
 $t = 13$ ч. 10 мин. $T = 19^\circ C$., $p = 968$ мбар., $f = 58\%$.

Спектры, приведенные на рис. 2–4, позволяют установить для атмосферных парниковых газов (CH_4 , N_2O и CO) интервалы частот ($\Delta\nu$) поглощения солнечного инфракрасного излучения, а также величины частот (ν_{max}), соответствующих максимумам отдельных полос поглощения. Эти результаты приведены в таблице № 2.

Таблица 2

№	Парниковый газ	Интервал частот, в котором находится спектр поглощения, $\Delta\nu$, cm^{-1}	Частота соответствующий максимуму поглощения ν_{max} , cm^{-1}
1	CH_4	2930-2870	2925
			2916
			2902
			2893
			2884
			2873
2	N_2O	2660-2510	2645
			2635
			2606
			2582
			2547
3	CO	2170-2140	2165
			2155
			2150
			2140

При изучении атмосферных парниковых газов оптическим методом определённую роль играет географическое положение (например, Тбилиси – Санкт-Петербург) местности, где ведутся измерения. Независимо от наличия этого фактора, полученные нами экспериментальные результаты хорошо согласуются с данными [7], соответствующими более высоким географическим широтам.

Следует отметить, что выполненная работа является первой попыткой регистрации спектров поглощения парниковых газов в Институте геофизики им. М.Нодия АН Грузии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реджинальд Э. Ньюэлл, Генри Дж. Рейль, Вольфганг Зайлер. – Моноксид углерода в атмосфере: Неожиданные источники. В Мире науки, "Мир", М., № 12, 1989.
2. CSE Down To Earth Feature Service. 17. IV.1998.
3. Goldberg L. – The abundance and vertical distribution of methane in the Earth's atmosphere. *Astrophys. J.*, vol. 113, № 3, 1951/
4. Shaw J.H. – The abundance of atmospheric carbon monoxide above Columbia, Ohio. *Astrophys. J.*, vol. 28, № 2, 1958.
5. Goody R. – Time variations in atmospheric N₂O in Eastern Massachusetts. *Planetary and Space Science.*, vol. 17, № 6, 1996.
6. Данилов-Клоков В.Н. – Спектроскопические исследования фонового содержания газовых примесей в атмосфере. – Вестник АНССР, № 4, 1980.
7. Шашков А.А. – Интегральные спектроскопические методики определения CO₂, CO, CH₄, N₂O: Порядок проведения измерений и алгоритм обработки. – Вопросы инфракрасной спектроскопии атмосферы. Вып. 496, Л., 1985.
8. Браунштейн А.М., Демидов В.В., Сакин И.А. – Стандартная экспериментальная установка для исследования спектральной прозрачности атмосферы в инфракрасной области спектра. Труды ГГО, вып. 279, 1972.
9. Odisharia M., Chiabrishvili N., Kirkitadze D. – Stationary Experimental Installation for the Spectral Transparency of the Atmosphere. *Bulletin of the Georgian Academy of Sciences*, vol.161, № 3 2000.

ატმოსფერული სათბური გაზების (CH₄, N₂O, CO) შთანთქმის სპექტრები

მ. ოდიშარია, ნ. ჭიებრიშვილი, თ. კალანდაძე, დ. კირკიტაძე.

რეზიუმე

მოყვანილია ატმოსფეროში არსებული სათბური გაზების შთანთქმის სპექტრების ექსპერიმენტული მონაცემები, მზის რადიაციის ატმოსფეროს ვერტიკალურ სექტში გაეღისას.

დადგენილია მზის ინფრაწითელი გამოსხივების სიხშირეთა ($\Delta\gamma$) ინტერვალები, რომლებიც შეესაბამება შესასწაველი გაზების შთანთქმის სპექტრებს.

Absorption spectrums of the atmospheric green-house gases (CH_4 , N_2O , CO)

M. Odisharia,

N. Chiabrishvili, T. Kalandadze, D. Kirkitadze

Abstract

The experimental results on a research of absorption spectrums of the atmospheric green-house gases during penetration of solar radiation through the thickness of an atmosphere are given an account.

The intervals of frequencies ($\Delta\gamma$) of a solar infrared radiation are established here; the absorption spectrums of investigated gases are represented in these intervals.