

Oleg Sorokhtin : La théorie adiabatique de l'effet de serre

Publié le 23 janvier 2012 par tallbloke dans [les catégories Atmosphère](#), [Climat](#) et [Énergie](#).

Toutes mes excuses pour le mélange de langues. Si je trouve un meilleur moyen de récupérer la traduction sans récupérer le russe original, je la mettrai à jour. Cela semble intéressant et pertinent par rapport aux récentes discussions sur les théories de Jelbring, Nikolov et Zeller. Bonne chance. Merci à Lucy Skywalker et Yankov.

les fichiers doc/ odt de Lucy [sorokhtin.pdf](#) [–Tim
[MISE À JOUR] meilleur formatage maintenant en place – Merci mille fois Tim !

Marathon-2005 Académicien (RANS) OG Sorokhtin , Institut d' océanologie . Sciences Shirshov La théorie adiabatique de l'effet de serre

L'idée d'un réchauffement de l'atmosphère terrestre par les gaz à effet de serre a été exprimée pour la première fois à la fin du XIX^e siècle par le célèbre scientifique suédois Arrhenius S. [1] et, depuis, cette évidence est tenue pour acquise, sans grande preuve, voire aucune [2-5]. Ce point de vue domine désormais totalement les conclusions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), de Greenpeace, du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), ainsi que le retrait des organisations environnementales et scientifiques russes. Français Ce même point de vue a été pleinement soutenu par les décisions des conventions environnementales internationales, à Rio de Janeiro (Brésil) en 1992 et à Kyoto (Japon) en 1997. Selon les promoteurs de ces idées, d'ici 2100, le réchauffement pourrait atteindre 2,5 à 5 °C et entraîner une élévation du niveau de la mer de 0,6 m⁻¹, ce qui pourrait déjà constituer un problème pour les zones densément peuplées des côtes continentales, ainsi que pour la production de gaz et de pétrole dans les zones de plaine et la plupart des côtes du nord de la Russie. D'autres conséquences néfastes sont prévues pour la nature du réchauffement climatique (l'expansion des déserts, la disparition du pergélisol, l'érosion des sols, etc.).

La crainte de catastrophes similaires, la pression des organisations environnementales et, souvent, les simples spéculations sur le sujet poussent les gouvernements des pays développés à allouer d'énormes ressources à la lutte contre les effets du réchauffement climatique, prétendument liés aux émissions anthropiques de « gaz à effet de serre ». Et dans quelle mesure ces coûts sont-ils justifiés ? Pas si nous luttons contre des « donquichottesques » ?

En étudiant ce problème de plus près, il s'est avéré que la théorie de l'effet de serre en tant que telle n'existait pas avant les années 1990 et que tous les calculs de l'effet du CO₂ et des autres gaz à effet de serre sur le climat terrestre étaient effectués sur la base de différents modèles intuitifs, avec l'introduction de nombreux paramètres pas toujours stables [4]. Dans ce cas, les incertitudes dans les estimations des différents paramètres du modèle adopté (au moins 30) rendent la solution du problème erronée. Nous avons décidé d'utiliser une approche synergique [6, 7] et une analyse des positions les plus courantes, représentant l'atmosphère terrestre comme un système ouvert dissipatif (à pouvoir de diffusion) décrit par des équations non linéaires de physique mathématique.

Les principales caractéristiques de l'atmosphère

La masse de l'atmosphère moderne est d'environ $5,15 \cdot 10^{21}$ g, pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer, p_0 est le même environnement physique, soit 101,32 kPa, la densité $\rho_0 \approx 1,27 \text{ kg/m}^3$. Avec une pression atmosphérique élevée diminue rapidement de façon exponentielle (Fig. 1) :

$$p = p_0 \exp\left(-\frac{gM}{RT}h\right) \quad (1)$$

où $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – accélération due à la gravité ; M – la masse molaire moyenne des gaz atmosphériques (égale à 28,97 g/mol à $p = 0$), $R = 1987 \text{ cal / (K} \cdot \text{Mole)} = 8,314 \cdot 10^7 \text{ joules / (K} \cdot \text{Mole)}$ – constante des gaz, T – température absolue ; h – altitude au-dessus du niveau de la mer. En conséquence, diminue avec l'altitude et la densité de l'air.

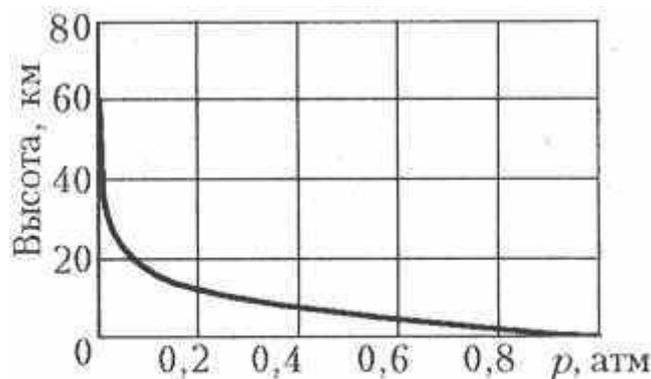
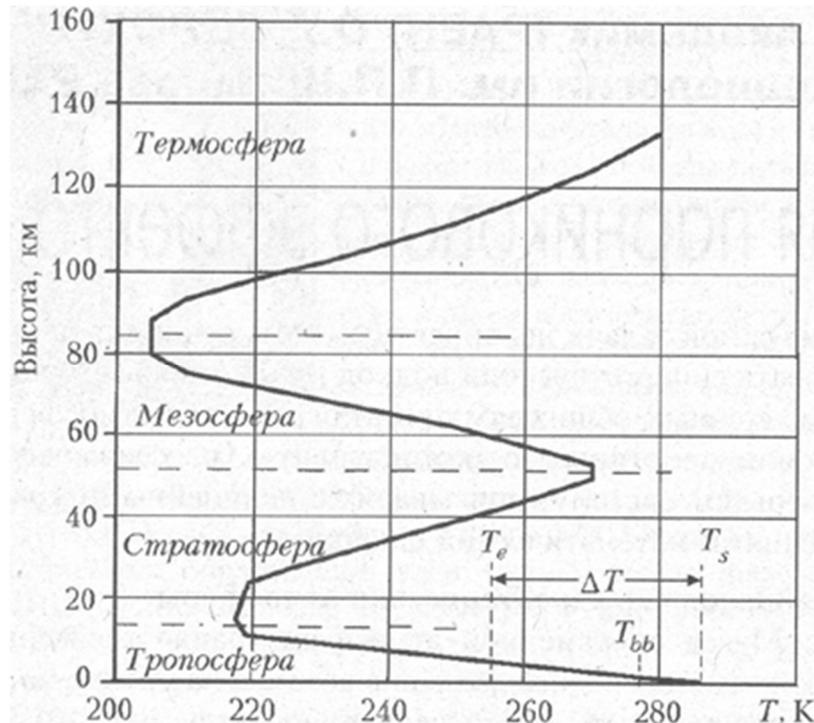


Рис. 1. Зависимость давления от высоты

L'air sec contient 75,51 % (en masse) d'azote, 23,15 % d'oxygène, 1,28 % d'argon, 0,046 % de dioxyde de carbone, du néon, 0,00125 % et environ 0,0007 % d'autres gaz. Le composant actif important est la vapeur d'eau (et les gouttelettes d'eau dans les nuages) : leur masse moyenne atteint $0,13 \cdot 10^{20}$ g, ce qui équivaut à une couche d'eau condensée de 25 mm, soit une moyenne de $2,5 \text{ g/cm}^2$. Compte tenu de l'évaporation et des précipitations annuelles moyennes, qui s'élèvent à environ 780 mm de colonne d'eau, il est facile de déterminer que la vapeur d'eau dans l'atmosphère est renouvelée environ 30 fois par an, soit tous les 12 jours. Dans la haute atmosphère, sous l'influence du rayonnement ultraviolet solaire, de l'ozone (O_3) apparaît. Malgré sa faible quantité (environ $3,1 \cdot 10^{15}$ g, tandis que l'oxygène $1,192 \cdot 10^{21}$ g), ce gaz sauve la vie sur Terre des radiations solaires nocives.

Français Nous pouvons distinguer trois couches caractéristiques de l'atmosphère (Fig. 2) [8]. La couche inférieure et la plus dense – la troposphère – qui s'étend jusqu'à une hauteur d'environ 8 à 10 km dans les hautes latitudes et jusqu'à 16 à 18 km dans la ceinture équatoriale (en moyenne jusqu'à 12 km), contient environ 80 % de la masse de l'atmosphère et est caractérisée par une distribution presque linéaire de la température. La couche intermédiaire est essentiellement une atmosphère raréfiée comprenant la stratosphère et la mésosphère et est caractérisée par une température maximale brutale atteignant 270 K à une altitude de 50 km. Encore plus haute est la thermosphère, dans laquelle la température du gaz ionisé augmente avec l'altitude jusqu'à 1000 K ou plus, et à des altitudes supérieures à 1000 km, la

thermosphère se transforme progressivement en exosphère et au-delà – en espace. Entre la troposphère et la stratosphère, la mésosphère et la thermosphère se trouvent des couches de transition – respectivement la tropopause (température d'environ 190-220 K) et la mésopause (environ 180-190 K).



Dans la Fig. 2. La distribution de la température dans l'atmosphère terrestre : T_e – température de rayonnement (efficace) de la Terre ; T_s – la température moyenne sur Terre, ramenée au niveau de la mer ; ΔT – la valeur de l'effet de serre ; T_{bb} – la température d'un corps noir en orbite autour de la Terre

Dans la troposphère, la température augmente avec l'altitude de façon quasi linéaire, tandis que dans la haute atmosphère, elle atteint un maximum marqué à 50 km d'altitude et s'élève au-dessus de 90 km. Ce maximum est associé à l'absorption du rayonnement solaire ultraviolet par l'ozone, augmentée par l'ionisation de l'air raréfié par le rayonnement solaire rigide.

Ainsi, dans la stratosphère et la mésosphère, la température est principalement déterminée par le mécanisme de transfert de chaleur radiatif, tandis que dans la troposphère, d'autres processus sont en jeu, dont le principal est la perte de chaleur convective de la couche inférieure et dense de la stratosphère, où elle est déjà perdue dans l'espace par rayonnement.

La théorie adiabatique de l'effet de serre

Par définition, l'effet de serre ΔT est la différence entre la température moyenne de surface T_s et sa température de rayonnement (efficace) T_e , sous lequel la planète est visible depuis l'espace :

$$\Delta T = T_s - T_e \quad (2)$$

La température moyenne sur l'ensemble de la Terre est approximativement égale à 288 K (+15 °C), et sa température effective est définie comme suit :

$$T_e^4 = \frac{(1 - A)}{4\sigma} \cdot S, \quad (3)$$

où $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-5} \text{ erg / (cm}^2 \cdot \text{Avec} \cdot \text{K}^4)$ – constante de Stefan-Boltzmann, S – constante solaire à la distance de la planète au Soleil, A – albédo, ou réflectivité, de la planète, contrôlant en grande partie sa couverture nuageuse. Pour la Terre, $S = 1367,10 \text{ juin erg / (cm}^2 \cdot \text{Avec)}$, $A \approx 0,3$, $T_e = 255 \text{ K (-18 °C)}$, et donc l'effet de serre sur Terre est actuellement de +33 °C.

Selon cette définition, l'effet de serre est une catégorie bien réelle, bien que le terme « effet de serre » soit erroné et physiquement erroné. On pense que l'atmosphère contient des « gaz à effet de serre » qui absorbent faiblement le rayonnement solaire à ondes courtes, qui atteint en grande partie la surface terrestre, mais retarde le rayonnement à ondes longues réémis par ce rayonnement (thermique) de surface, réduisant ainsi considérablement le transfert de chaleur de la Terre vers l'espace. Ceci est considéré comme la principale cause de l'augmentation de la température. Plus la concentration dans l'air est élevée, plus on parle de « gaz à effet de serre », ce qui contribue au réchauffement de l'atmosphère. Son nom est lié à l'effet de serre des serres couvertes de toits en verre, car le verre laisse trop facilement passer le rayonnement solaire dans le spectre visible, mais retarde l'infrarouge. Cependant, le principal effet des serres et des tunnels en plastique est d'empêcher le mélange convectif de l'air extérieur dès que l'ouverture des fenêtres rétablit la communication avec l'espace extérieur, autrefois perdue, et de l'« effet de serre ».

La Terre possédant une atmosphère relativement dense, dont la couche inférieure et la plus dense – la troposphère –, le transfert de chaleur est principalement dû aux mouvements convectifs des masses d'air, et non pas uniquement au mécanisme de rayonnement – le trajet du rayonnement – comme l'imaginent les partisans de l'approche classique. En effet, dans la troposphère dense (pression supérieure à 0,2 atm), la masse d'air chaud se dilate et s'élève, tandis que la masse d'air froid, au contraire, se contracte et s'abaisse. Le transfert de chaleur radiatif n'est dominant que dans la stratosphère, la mésosphère et la thermosphère raréfiées.

D'où la conclusion principale : la distribution moyenne de la température dans la troposphère devrait être proche de l'adiabatique, c'est-à-dire établie avec la dilatation et le refroidissement de l'air lors de sa montée, et, inversement, la compression et le réchauffement lors de sa descente. (La distribution spécifique de la température à des moments spécifiques dans le temps n'a pas besoin d'être adiabatique. Nous avons à l'esprit seulement la distribution moyenne d'intervalles de temps de l'ordre du mois).

Dans un processus adiabatique, la température absolue est déterminée par l'équation [9] (en supposant une atmosphère de gaz idéal) :

$$T = C \cdot p^\alpha, \quad (4)$$

où C – constante, p – pression du mélange gazeux $\alpha = (\gamma - 1) / \gamma$ – Rapport des chaleurs spécifiques, $\gamma = c_p / c_v$, c_p et c_v – Capacité thermique massique (par unité de masse) du gaz, respectivement, à pression et volume constants. Pour tous les gaz triatomiques (γ compris

CO₂ et H₂O) = γ 1,3, α = 0,2308, et pour les gaz diatomiques (N₂ et O₂). γ = 1,4, α = 0,2857. La condensation de la vapeur d'eau dans la troposphère et l'absorption d'humidité, de gaz à effet de serre, le rayonnement infrarouge entraînent une augmentation de la chaleur et des températures. Cela entraîne une modification de α . Par exemple, la valeur moyenne de ce paramètre pour une troposphère terrestre humide et absorbant le rayonnement infrarouge est égale à 0,1905 [10], tandis que pour l'air sec, elle est de 0,2846.

Il est important de noter que l'humidité de la troposphère génère des nuages, principal facteur déterminant l' albédo de la Terre . Cela crée une forte rétroaction négative entre la température de surface et le rayonnement, ce qui conduit à la stabilisation du régime de température de la troposphère (Fig. 3). En effet, toute augmentation de la température de surface augmente l'évaporation et la nébulosité de la Terre, ce qui augmente à son tour l' albédo planétaire et la réflectivité de l'atmosphère terrestre. En conséquence, la réflexion accrue de la chaleur solaire des nuages vers l'espace réduit son apport à la Terre, et la température moyenne de surface est ramenée à son niveau antérieur. Il faut garder à l'esprit que toute rétroaction négative dans le système entraîne une réponse linéaire à la sortie des effets de l'entrée [11]. Cette propriété se manifeste quelle que soit la nature des systèmes eux-mêmes, qu'il s'agisse de l'atmosphère de la planète ou du régulateur centrifuge de Watt à amplificateur électronique.

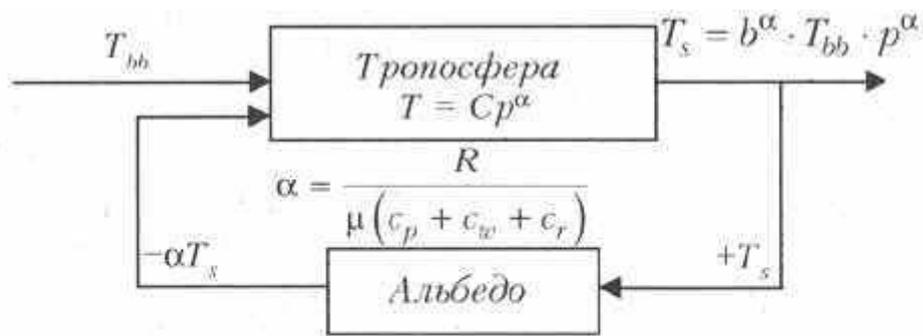


Рис. 3. Структурная схема преобразования температуры в тропосфере

Lorsque le signal d'entrée est la température dite du corps noir, qui caractérise la chaleur du corps éloigné du Soleil à la distance Terre-Soleil, uniquement par l'absorption du rayonnement solaire ($T_{bb} = 278,8 \text{ K} = +5,6 \text{ °C}$ pour la Terre), alors température moyenne de surface T_s en dépend linéairement. Par conséquent, la température moyenne à tout niveau de la troposphère terrestre

$$T = b^\alpha \cdot T_{bb} \cdot p^\alpha, \quad (5)$$

Où b est un facteur d'échelle (si les mesures sont effectuées dans l'atmosphère terrestre, pour $b = 1 \text{ 186}^{\text{atm}^{-1}}$). La température moyenne à la surface de la Terre étant de 288 K, il résulte immédiatement de (4) qu'à tout niveau de la troposphère terrestre (à $p > 0,2 \text{ bar}$)

$$T = 288 \text{ K} \cdot \left(\frac{p}{p_0} \right)^\alpha, \quad (6)$$

où $p_0 = 1 \text{ atm}$ – pression atmosphérique au niveau de la mer (ci-après l'indice « 0 » marque les valeurs modernes des paramètres de l'atmosphère).

L'équation (5) peut être utilisée dans le cas d'autres planètes, si l'on considère la dépendance de la loi de Stefan-Boltzmann :

$$T_{bb} = \sqrt[4]{\frac{S}{4\sigma}} \quad (7)$$

Alors pour toute planète avec une atmosphère dense (avec $p > 0,2 \text{ bar}$) nous

$$T = b^\alpha \cdot (T_{bb})_0 \cdot \left(\frac{S}{S_0}\right)^{\frac{1}{4}} \cdot p^\alpha \quad (8)$$

La dépendance α de la composition et de l'humidité de l'atmosphère peut être facilement trouvée par la formule connue :

$$\alpha = \frac{R}{\mu \cdot (c_p + c_w + c_r)} \quad (9)$$

$$c_p = \frac{p_{N_2} \cdot c_p(N_2) + p_{O_2} \cdot c_p(O_2) + p_{CO_2} \cdot c_p(CO_2) + p_{Ar} \cdot c_p(Ar)}{p} \quad (10)$$

où $\mu \approx 29 \text{ g/mol}$ – masse molaire de l'air ; $p_{N_2} = 76,49 \text{ kPa}$ $p_{O_2} = 23,45 \text{ kPa}$ $p_{CO_2} = 0,046 \text{ kPa}$, $p_{Ar} = 1,297 \text{ kPa}$ – la pression partielle du gaz [12] ; $p = 101,3 \text{ kPa}$ – la pression totale de l'atmosphère, avec $c_p(N_2) = 0,248 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)}$, avec $c_p(O_2) = 0,218 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)}$, $c_p(CO_2) = 0,197 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)}$, avec $c_p(Ar) = 0,124 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)}$ [13], avec w et r – facteur de correction ayant la dimension de la chaleur spécifique et prenant en compte respectivement l'effet thermique total des processus de condensation d'humidité dans une atmosphère humide (a_w) et l'absorption du rayonnement thermique de la Terre et du Soleil (avec r).

Si $c_p = 0,2394 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)}$ pour assécher l'atmosphère terrestre, puis $\alpha = 0,1905$ pour le rayonnement infrarouge humide et absorbant de l'atmosphère moyenné avec $w + r = 0,1203 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)}$. Pour les planètes possédant des atmosphères de nature différente, ces paramètres doivent être compris comme caractéristiques de tout processus thermique ou chimique conduisant à la libération ou à l'absorption (avec $w + r < 0$) de chaleur dans la troposphère.

Vérification de la théorie adiabatique de l'effet de serre en comparant les distributions de température théoriques et expérimentales dans la troposphère terrestre et vénusienne. Nous déterminons d'abord les valeurs des adiabatiques correspondantes . Pour ce faire, nous substituons à l'expression (8) les paramètres de l'atmosphère terrestre :

$S_0 = 1,37 \cdot 10^6 \text{ erg / (cm}^2 \cdot \text{A)}$; $(T_{bb})_0 = 278,8 \text{ K}$; $(T_s)_0 = 288 \text{ K}$; $p_0 = 1 \text{ atm}$. On trouve alors l'expression (5) $b^\alpha = 1,033$, les valeurs de température et de pression à un niveau intermédiaire (par exemple , à une altitude de 5 km : $T = 255,5 \text{ K}_{5\text{km}}$, $p = 0,5333 \text{ atm}$) et l'expression (6) nous trouvons $\alpha = 0,1905$ et $b = 1,186 \text{ atm}^{-1}$. Les calculs coïncident avec la

distribution réelle de la température dans l'atmosphère standard de la troposphère [14] avec une précision de $\pm 0,1\%$ (Fig. 4). Rappelons que le modèle standard de l'atmosphère terrestre est essentiellement une dépendance homogénéisée de la température et de la pression à l'altitude au-dessus du niveau de la mer sur toute la Terre. Ce modèle de la troposphère avec un gradient de $6,5\text{ K/km}$ est généralement utilisé pour configurer l'étalonnage de l'altimètre et du baromètre des avions, conçu pour les observations au sol.

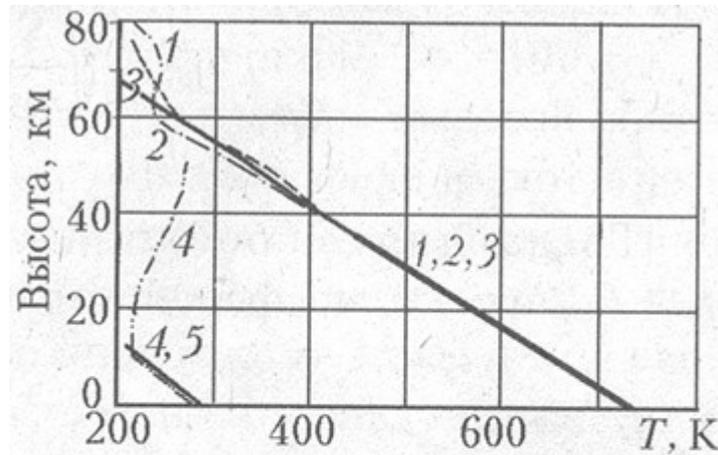


Рис. 4. Распределения экспериментально определённых температур в тропосфере Венеры (1, 2) и в тропосфере и стратосфере Земли (4) и в сопоставлении с теоретическими (3, 5)

Un test beaucoup plus difficile de l'universalité des lois est dérivé du calcul de la distribution de température dans une troposphère dense de dioxyde de carbone de Vénus pour une pression et une composition données de son atmosphère : $p_s = 90,9\text{ bar}$; $T_s = 735,3\text{ K}$ et $S = 2,62 \cdot 10\text{ ergs} / (\text{cm}^2 \cdot \text{c})$ [15, 16]. En argumentant de la même manière, et en substituant $T = 496,9\text{ K}$ $_{30\text{ km}}$, $_{30\text{ km}} p = 9,458\text{ atm}$, on trouve : $\alpha = 0,173$, $b = 1,167\text{ atm}^{-1}$. La meilleure concordance entre la courbe théorique et les données empiriques est obtenue en prenant Vénus, comme la Terre, $b = 1\ 186\text{ atm}^{-1}$. Les données calculées et expérimentales sur Vénus concordent jusqu'à une altitude de 40 km avec une précision d'environ $0,5$ à $1,0\%$. Au-delà de 60 km , avec $p < 0,2\text{ atm}$, la tropopause commence ; la théorie envisagée ici ne fonctionne donc pas. On peut supposer que la valeur de la constante b est de $1\ 186\text{ atm}^{-1}$ – universel pour les planètes avec une composition chimique différente de la troposphère.

Ainsi, la température moyenne à n'importe quel niveau dans une troposphère planétaire dense (pressions supérieures à $0,2\text{ atm}$) est déterminée uniquement par l'intensité du rayonnement solaire, la pression atmosphérique à ce niveau et la chaleur spécifique effective du milieu gazeux, en tenant compte du chauffage (refroidissement) supplémentaire de la troposphère qui doit avoir lieu dans la troposphère. Il traite la sélection (absorption) de chaleur.

Détermination de l'absorption d'humidité et de l'air

Après avoir vérifié la validité de la théorie adiabatique de l'effet de serre, plusieurs calculs prédictifs peuvent être effectués. Le modèle considéré permet d'estimer la part de tous les transferts de chaleur dans l'ajustement global de la température troposphérique. Ainsi, selon les températures caractéristiques de la troposphère terrestre ($T_e = 255$ K, $T_s = 288$ K) ne peut pas déterminer les termes de correction de la chaleur spécifique est sec et n'absorbe pas le rayonnement infrarouge de l'atmosphère, en tenant compte du rayonnement de la r et w concentration en humidité avec transfert de chaleur [10]. Soit Q_a – une marge thermique effective de l'atmosphère, m_a – sa masse effective. La composante radiative de la capacité thermique est alors exprimée en température de rayonnement par la relation simple suivante :

$$c_r = \frac{Q_a}{m_a \cdot T_e} \quad (11)$$

De même, nous pouvons supposer que le réchauffement supplémentaire de l'atmosphère depuis la température de rayonnement de la planète jusqu'à sa température moyenne de surface est caractérisé par la capacité thermique totale

$$c_p + c_w = \frac{Q_a}{m_a \cdot (T_s - T_e)} \quad (11')$$

on peut donc écrire :

$$c_r = (c_p + c_w) \cdot \frac{T_s - T_e}{T_e} \quad (12)$$

ou, en utilisant (9) :

$$c_r = \frac{R}{\mu \cdot \alpha} \cdot \frac{T_s - T_e}{T_s} \quad (13)$$

$$c_w = \frac{R}{\mu \cdot \alpha} \cdot \frac{T_e}{T_s} - c_p \quad (14)$$

En substituant dans (13) et (14) ci-dessus les paramètres de l'atmosphère terrestre, nous trouvons avec $c_r = 0,0412$ cal / (g·K), avec $c_w = 0,0791$ cal / (g·K), avec $c_r + c_w = 0,1203$ cal / (g·K), soit la même signification que dans l'analyse de la distribution de température moyenne dans la troposphère de la Terre. Cela confirme une fois de plus l'exactitude de la théorie. La figure 5 montre schématiquement les contributions au flux de chaleur de la Terre vers l'espace : dues au transfert direct de chaleur de la surface terrestre pour le transfert de masse convectif troposphère – environ 67 %, dues à l'absorption du rayonnement infrarouge de la Terre et du Soleil – 11 %, dues à la condensation dans la troposphère – encore 22 %.



Рис. 5. Баланс средних тепловитер в тропосфере Земли: конвекция воздушных масс уносит около 67% приземного тепла, конденсация влаги добавляет 22%, поглощение тепла – 11%

La prédominance de la composante convective dans l'élimination de la chaleur de la troposphère s'explique naturellement. En effet, l'énergie absorbée par les gaz à effet de serre (le rayonnement infrarouge) provoque des oscillations dans les molécules de gaz, ce qui entraîne le réchauffement du volume irradié. Un transfert de chaleur supplémentaire peut se produire par diffusion et convection. Cependant, la conductivité thermique de l'air est faible – environ $5,3 \cdot 10^{-5} \text{ cal} / (\text{cm}^2 \text{ K})$, ce qui donne un taux de transfert de chaleur en centimètres par seconde, alors que la convection peut atteindre des mètres par seconde. La situation est similaire pour le réchauffement de l'air dû à la condensation de l'humidité qu'il contient.

À Vénus ($\alpha = 0,173$, $\mu = 43,2 \text{ g/mol}$, avec $p = 0,199 \text{ cal} / (\text{g} \cdot \text{K})$, $T_s = 735,3 \text{ K}$, $T_e = 228 \text{ K}$) correspondant à la chaleur spécifique en $\text{cal} / (\text{g} \cdot \text{K})$ sont égales à $r = 0,1834$, avec $w = -0,1166$, avec $q = 0,0668$. La valeur accrue de r , déterminé par transfert de chaleur radiatif, semble être dû uniquement à l'état chaud de it dans la troposphère. Une valeur négative signifie que le CW, en particulier dans la basse et la moyenne troposphère, est dominé par la réaction de dissociation endothermique de certains composés chimiques (par exemple, de l'acide sulfurique en anhydride sulfurique et en eau). Dans la haute troposphère, à des altitudes de 40 à 50 km et de 60 km (avec $w > 0$), est dominé par la réaction exothermique de formation de composés chimiques et de condensation.

Domaines possibles d'expansion de la théorie

Le modèle décrivant l'effet de serre est essentiellement unidimensionnel : la planète est un point sans dimension, dont la seule dimension est la hauteur. Un tel modèle synergétique est particulièrement précis pour déterminer les caractéristiques globales de la troposphère, telles que l'effet de serre, la distribution moyenne des températures, les valeurs moyennes des composantes de la condensation du rayonnement ou de la chaleur, etc. En utilisant la loi de Lambert et en considérant l'étendue des zones φ , ce modèle peut être transformé en modèle bidimensionnel et en y intégrant la composante longitudinale des variations saisonnières de la lumière et de la Terre, en modèles tridimensionnels et quadridimensionnels. La précision de la détermination de la dépendance de l'effet de serre à la composition de l'atmosphère diminue.

Dans ce cas, la définition physique de la température du corps noir devrait être remplacée par le concept de « corps gris » :

$$T_{gb}^4 = \frac{S}{4\sigma} \cdot \cos \varphi. \quad (15)$$

Or, si l'on prend en compte l'existence d'un transfert de chaleur convectif dans la troposphère, la température de la Terre simulant un « corps gris » peut s'écrire :

$$T_{gb} = \left(\frac{S}{4\sigma} \cdot \cos \varphi + \frac{\dot{Q}}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}}. \quad (16)$$

Où $\dot{Q} = DQ / dt$ – taux de transfert de chaleur des masses d'air, comme les cyclones (dans ce cas, il faut cependant prendre en compte le transfert de masses d'air, qui peut perturber la distribution adiabatique de la température dans la troposphère, bien que l'énergie relative de ces processus soit faible). La nuit, $S = 0$, et outre le transfert de chaleur par les masses d'air, il faut prendre en compte le taux de chaleur rayonnée qui réchauffe la surface terrestre pendant la journée. La température de la surface terrestre est, dans cette approximation, égale à

$$T_s = b^{\alpha} \cdot \left(\frac{S}{4\sigma} \cdot \cos \varphi + \frac{\dot{Q}}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot p_s^{\alpha}. \quad (17)$$

Ce qui permet de déterminer la zonation latitudinale des valeurs des températures de surface. Si, au contraire, étant donné la distribution latitudinale des températures moyennes mesurées empiriquement, il est possible de déterminer le taux et l'ajout de chaleur spécifique moyen des masses d'air à cette latitude. La figure 6 montre une bonne concordance entre les valeurs théoriques et empiriques [5] de la température moyenne de l'air à la surface de la latitude.

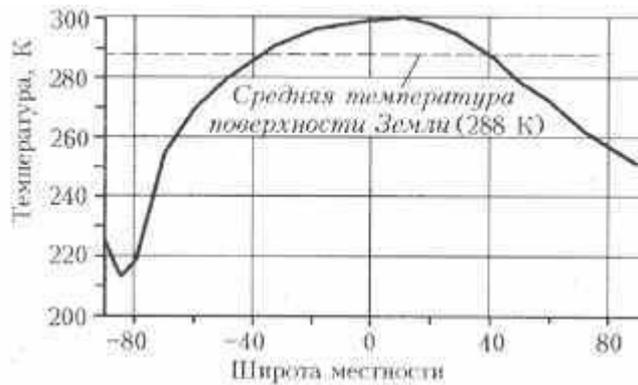


Рис. 6. Зависимость среднегодовой приземной температуры воздуха от широты местности по эмпирическим данным [22]. Теоретическая зависимость [17] совпадает с экспериментальной в пределах ошибок эксперимента. Горизонтальная штриховая линия – средняя температура поверхности Земли (288 К).

L'intensité du rayonnement solaire à la surface de la Terre est d'environ $1,11 \text{ erg/s}$ (le 24 octobre), et en tenant compte de l'albédo ($\approx 0,3$), elle atteint environ $7,76 \text{ erg/s}$ (le 23 octobre). La puissance totale moyenne des processus synoptiques troposphériques sur Terre est d'environ $3,79 \text{ erg/s}$ (le 23 octobre), ce qui correspond à près de 50 % de la puissance du rayonnement solaire incident à la surface de la Terre. De toute évidence, à cette énergie, la production

d'énergie de base de l'humanité est négligeable : $13 \cdot 10^{12}$ watts = $1,3 \cdot 10^{20}$ erg/s. C'est pourquoi l'influence anthropique sur le climat énergétique global de la Terre peut être ignorée sans risque. À ce propos, il est intéressant de noter que la réserve de chaleur de l'atmosphère terrestre, selon nos estimations, est d'environ $1,3 \cdot 10^{31}$ erg (le 31 octobre), et celle des océans d'environ $1,6 \cdot 10^{34}$ erg (la quantité d'énergie thermique dans la Terre « solide » est d'environ $1,6 \cdot 10^{38}$ erg), alors que la production de chaleur par l'ensemble de l'humanité n'est que de $4,1 \cdot 10^{27}$ erg / an. Lorsque la couverture neigeuse est due à l'albédo $UN_{s>}$ Une température de surface sera :

$$T_s = b^\alpha \left(\frac{1 - A_s}{4\sigma} \cdot S \cdot \cos \varphi + \frac{Q}{\sigma} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot p^\alpha \quad (18)$$

Pour généraliser le modèle à la version tridimensionnelle, il faudra encore ajouter l'angle longitudinal et identifier les zones des océans et des continents. Enfin, le modèle quadridimensionnel nécessitera de prendre en compte l'angle d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de l'écliptique, y compris les variations saisonnières et diurnes de l'éclairement terrestre, etc.

Comme il ressort de (18), la théorie adiabatique de l'effet de serre explique des phénomènes tels que le refroidissement des couches superficielles de l'air lors des nuits claires sous les anticyclones, lorsque $S = 0$, et que l'apport de chaleur est faible. En effet, dans les zones d'anticyclones, le transfert de masse convectif de l'air est généralement sensiblement lent, réduisant ainsi le flux de chaleur convectif, bien que le rayonnement thermique ait permis de réchauffer la surface terrestre. Cette diminution du facteur dQ / dt dans l'équation (18) pendant la nuit ($S \approx 0$), la température de surface a considérablement diminué. Aux hautes latitudes hivernales, où la surface terrestre est recouverte d'une couche de neige à albédo élevé et où le réchauffement dû au rayonnement solaire est négligeable, ce phénomène entraîne une surfusion de l'air et un « gel mortel » agressif. Dans les anticyclones stables ($dQ / dt \approx 0$) Dans les régions enneigées de la troposphère, on observe une hypothermie générale et la tropopause descend presque jusqu'à la surface de la Terre. Les conditions observées dans les régions centrales de l'Antarctique, dont j'ai été témoin à plusieurs reprises, ainsi qu'en hiver en Iakoutie et à Verkhoïansk, en sont des exemples évidents. Mais dès que le régime anticyclonique dans la troposphère est remplacé par un régime cyclonique, le mélange convectif des masses d'air se rétablit immédiatement, et un réchauffement se produit, et la distribution de température adiabatique, considérée ici, est en moyenne approximativement nouvellement rétablie.

Ce modèle permet ainsi d'obtenir les caractéristiques climatiques locales de la planète, notamment l'albédo de la surface terrestre, l'apport de chaleur et d'humidité de la troposphère par les cyclones. En effet, dans les zones à forte réflectivité de la couverture neigeuse, dépourvues d'apport de chaleur par les cyclones, la température de surface chute presque jusqu'à la température de la tropopause, déterminée par le bilan radiatif de l'atmosphère à cette latitude. En été, dans les zones anticycloniques où l'air est sec, on observe au contraire une surchauffe des couches superficielles de la troposphère d'environ 4 à 5 °C, voire plus (avec tous les symptômes de sécheresse), ce qui est fréquent, par exemple, dans les steppes de la Trans-Volga.

Quelques prévisions

Selon l'expression (7), on peut construire la distribution de température et déterminer son gradient : la troposphère terrestre est complètement sèche et complètement transparente. Dans ce cas, avec $w + r = 0$ et les expressions (9) et (10) nous trouvons avec $p = 0,2394 \text{ cux cal / (g} \cdot \text{K)} \approx 1,0023 \cdot 10^{10} \text{ juillet erg / (g} \cdot \text{K)}$, $\alpha = 0,286$. Ensuite, séchez la troposphère, le gradient de température est

$$\text{cux grad } T = g / c_p \approx 9,8 \text{ K/km. (19)}$$

Humidifier et réchauffer la troposphère terrestre, absorption, où $w + r$ avec $\approx 0,1203 \text{ cal / (g} \cdot \text{K)} = 0,504 \cdot 10^{10} \text{ juillet erg / (g} \cdot \text{K)}$, le gradient de température est issu des expressions (13) et (14) :

$$\text{grad } T_{\text{ст}} = \frac{g}{c_p + c_w + c_r} \approx 6,5 \text{ K/км. (20)}$$

Notez que le calcul par la formule (20) confirme indirectement la validité des définitions de w et r , constitué par les expressions (11) – (14).

La figure 7 montre qu'à pressions égales, la température de surface et la troposphère sèche et transparente sont toujours légèrement supérieures à celles de la troposphère humide et absorbant la chaleur. Dans notre exemple, la différence de température moyenne atteint +4,7 °C. Ce phénomène semble s'expliquer par l'augmentation de la température des couches superficielles de l'air et la sécheresse dans la ceinture désertique aride de la Terre, ainsi que dans les régions où les anticyclones sont introduits avec la masse d'air sec provenant de ces zones arides, par exemple dans les steppes à l'est de la Volga.

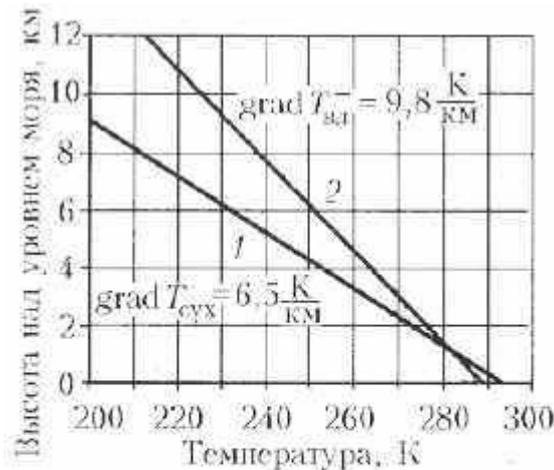
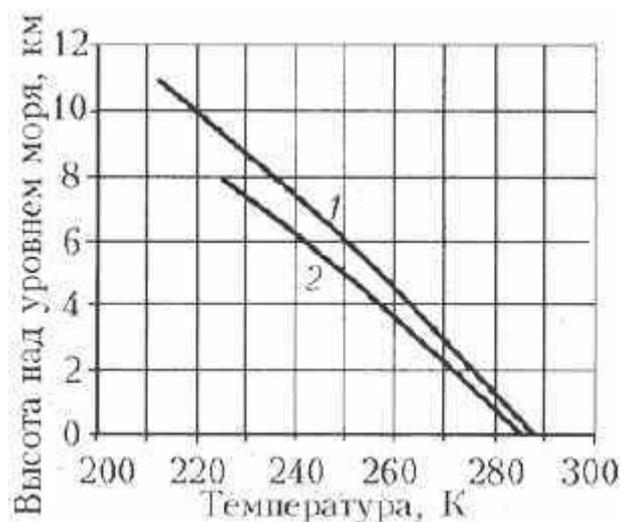


Рис. 7. Распределения температуры в сухой, прозрачной (1), и во влажной, поглощающей ИК-излучение (2), тропосферах Земли

Considérons l'effet des gaz dits « à effet de serre » sur la température de la troposphère. En remplaçant l'atmosphère azote-oxygène par du dioxyde de carbone, mais à la même pression de 1 atm, la température moyenne de surface diminue (mais n'augmente pas, comme on le croit généralement) d'environ 2,4 °C, avec une température plus basse dans toute la troposphère (Fig. 8). Les deux courbes sont basées sur les équations (1) et (5) : $\mu_1 = 29 \text{ g/mol}$; $\mu_2 = 44 \text{ g/mol}$; $\alpha_1 = 0,1905$, $\alpha_2 = 0,1423$. De même, lorsque l'atmosphère de

dioxyde de carbone de Vénus est remplacée par de l'azote et de l'oxygène (à la même pression de 90,9 atm), sa température de surface augmente de 735 à 930 K. Ceci montre que la saturation de l'atmosphère en dioxyde de carbone, toutes choses égales par ailleurs, n'entraîne pas toujours une augmentation, mais seulement une réduction, de l'effet de serre et de la température moyenne sur toute l'épaisseur de la planète. L'explication de ce phénomène est simple : la masse molaire du dioxyde de carbone est 1,5 fois supérieure et sa capacité thermique massique C_p environ 1,2 fois inférieure à celle de l'air terrestre. Par conséquent, il résulte de l'équation (9) que l'indice adiabatique d'une atmosphère de dioxyde de carbone, dans des conditions par ailleurs égales, est environ 1,34 fois inférieur à celui de l'air humide de composition azote-oxygène. De plus, l'augmentation de l'absorption de chaleur par le dioxyde de carbone entraîne une augmentation du facteur de correction C_r et, par conséquent, une diminution supplémentaire de l'indice adiabatique $\alpha(\text{CO}_2)$, ce qui entraîne à son tour une nouvelle baisse de température.



Un refroidissement similaire, bien que légèrement moindre, devrait se produire dans une atmosphère saturée de méthane.

Le phénomène physique est que l'absorption du rayonnement infrarouge des gaz à effet de serre chauffe la masse d'air, ce qui augmente le transfert de chaleur par convection.

Nous soulignons donc à nouveau que la saturation de l'atmosphère en dioxyde de carbone ou en méthane ne pourrait entraîner qu'une accélération du transfert de masse convectif dans la troposphère et un refroidissement, mais pas une augmentation de sa température moyenne ni un réchauffement climatique. De plus, pour une même masse totale de dioxyde de carbone, la chaleur spécifique de l'atmosphère est toujours inférieure à celle de l'azote et de l'oxygène. Parallèlement, en raison de la densité plus élevée du dioxyde de carbone par rapport à l'atmosphère terrestre, l'air est plus raréfié et la surface de la planète conserve moins de chaleur. Il s'avère que les idées reçues sur le réchauffement climatique lié à l'accumulation de CO_2 atmosphérique et d'autres gaz à effet de serre sont un mythe. En réalité, l'accumulation de CO_2 , dans des conditions par ailleurs égales, ne peut qu'entraîner un refroidissement climatique.

Sur l'influence des facteurs anthropiques

Selon diverses estimations, la combustion des combustibles fossiles rejette actuellement dans l'atmosphère environ 5 à 7 milliards de tonnes de dioxyde de carbone, soit 1,4 à 1,9 milliard

de tonnes de carbone pur, ce qui non seulement réduit la capacité thermique de l'atmosphère, mais augmente également légèrement sa pression totale. Ces facteurs agissent en sens inverse, ce qui entraîne une très faible variation de la température moyenne à la surface. Par exemple, si la concentration de CO₂ dans l'atmosphère double de 0,035 à 0,07 % (en volume), ce qui est prévu d'ici 2100, la pression devrait augmenter à 15 Pa, ce qui entraînerait une augmentation de la température d'environ $7,8 \cdot 10^{-3}$ K. Si l'on considère que la majeure partie du dioxyde de carbone entrant (loi de Henry) est dissoute dans les eaux océaniques et que, lors de l'hydratation ultérieure des roches de la croûte océanique, il est lié aux carbonates, il s'avère que, avec le carbone contenu dans les carbonates, il devient une partie de l'oxygène atmosphérique. Alors, au lieu d'une faible augmentation de la pression atmosphérique, on peut s'attendre à une réduction mineure et, par conséquent, à un léger refroidissement du climat (mais pas à un réchauffement significatif, comme le suggèrent les écologistes orthodoxes). De plus, une partie du dioxyde de carbone de l'hydratation des roches de la croûte océanique est réduite en méthane [17]. En termes réels, cependant, les fonctions vitales des plantes devraient être presque entièrement compensées par l'homme altéré pour rétablir l'équilibre et l'équilibre climatique.

De ces estimations découle une conclusion pratique importante : même d'importantes émissions anthropiques de dioxyde de carbone dans l'atmosphère ne modifient pratiquement pas la performance moyenne du régime thermique de la Terre et son effet de serre. Ainsi, l'idée dominante d'un effet substantiel des émissions anthropiques de dioxyde de carbone sur le réchauffement climatique est un mythe ; en réalité, ces émissions n'ont aucun effet sur le climat de la Terre. De plus, l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère terrestre est certainement un facteur utile pour accroître la productivité agricole et favoriser une régénération plus efficace de la masse végétale dans les zones de déforestation.

Des conclusions similaires ont été tirées et de nombreux scientifiques américains ayant étudié le changement climatique dans différentes régions d'Amérique du Nord. L'ancien président de l'Académie nationale des sciences des États-Unis, le professeur F. Seitz, a préparé une pétition adressée aux scientifiques du gouvernement américain pour qu'ils dénoncent les accords internationaux sur le réchauffement climatique conclus à Kyoto (Japon) en décembre 1997, ainsi que d'autres accords similaires. La pétition stipule notamment : « Il n'existe aucune preuve scientifique convaincante que les émissions anthropiques de dioxyde de carbone, de méthane ou d'autres gaz à effet de serre provoquent ou pourraient provoquer dans un avenir prévisible un réchauffement catastrophique de l'atmosphère terrestre et un bouleversement de son climat. De plus, des preuves scientifiques substantielles démontrent que l'augmentation du dioxyde de carbone atmosphérique a un impact positif sur la croissance naturelle des plantes et des animaux sur Terre. »

La comparaison des températures de surface moyennes dans l'hémisphère nord (centre de l'Angleterre) avec l'activité magnétique du Soleil (d'après les observations des taches solaires) sur la période 1750-1970 montre que ces températures sont directement corrélées au graphique de l'activité solaire. Il ne faut pas oublier que le réchauffement observé est désormais séculaire et a commencé au début du XVII^e siècle, alors que les émissions anthropiques de dioxyde de carbone dans l'atmosphère étaient inexistantes. De plus, ce réchauffement local s'inscrit dans le contexte général de nombreuses années de refroidissement. La baisse globale de la température des eaux profondes de l'océan (Fig. 9 [18]) est sans doute due au refroidissement du climat terrestre et à l'apparition des glaciers antarctiques il y a environ 40 à 38 millions d'années, puis à leur premier développement important à l'Oligocène et aux périodes suivantes.

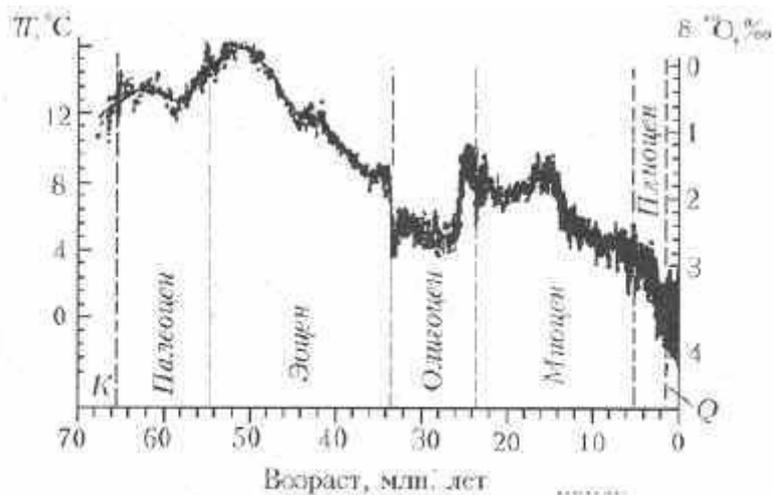
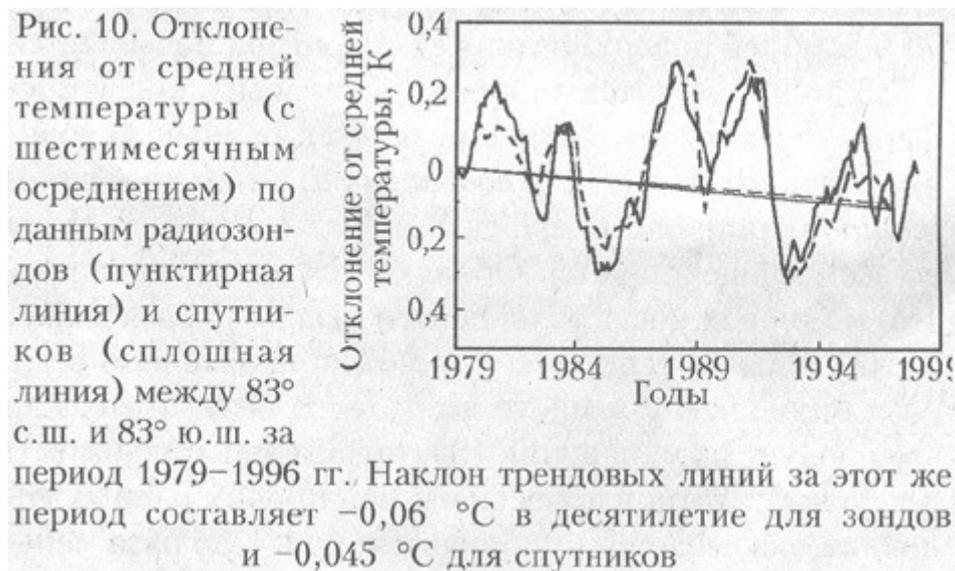


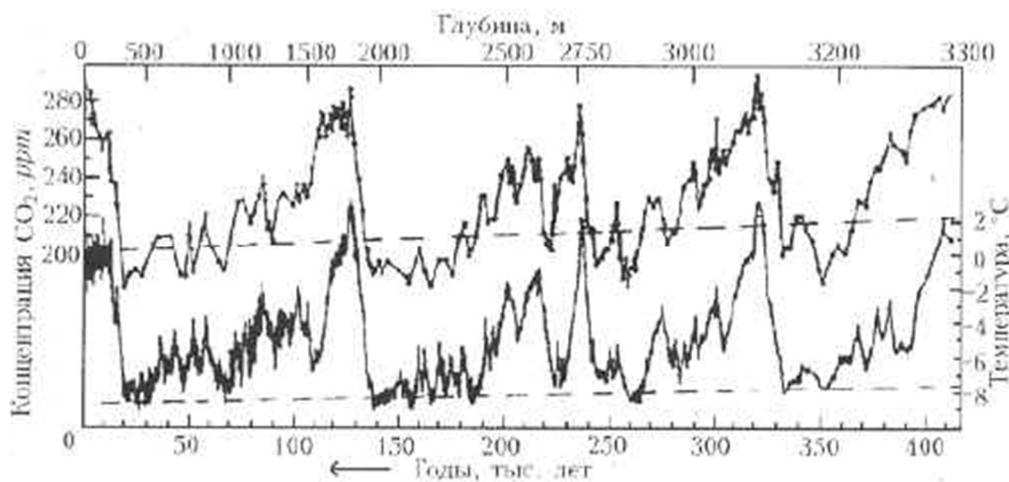
Рис. 9. Температура глубинных вод океана по изотопным сдвигам кислорода ^{18}O в карбонатных образованиях бентосной фауны

Au Pliocène-Quaternaire, la glaciation a débuté dans les régions nordiques, ce qui a rapidement entraîné une baisse de la température des eaux de fond à près de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. La baisse totale de température au cours des 70 à 60 derniers millions d'années est probablement due à l'élimination de l'azote de l'atmosphère et à sa fixation dans les sols et les sédiments par les bactéries azotopogloschayuschimi et la matière organique. Parallèlement, le refroidissement général du climat actuel n'est pas compensé, même par une augmentation progressive de la luminosité solaire [19]. Ceci est confirmé par de nombreuses observations modernes de haute précision, notamment par satellite (Fig. 10), qui montrent l'inverse : un léger refroidissement du climat [24]. Les relevés de température de surface (aux États-Unis) montrent qu'en 1996 et 1997, 1938 et 1956 ont été les années les plus froides du XXe siècle [21].



L'influence du dioxyde de carbone océanique sur l'atmosphère

Dans les eaux océaniques, la concentration de dioxyde de carbone dissous (sous forme d'ions HCO_3^-) est près de 59 fois supérieure à celle de l'atmosphère [12]. Il a été démontré [17] qu'une augmentation de la température de l'océan moderne de 1°C entraîne une augmentation de la pression partielle de CO_2 atmosphérique d'environ $13,6 \cdot 10^{-6} \cdot \text{atm}$ (soit $13,6 \text{ ppm}$) [ppm – un millionième de part. – N.D.É.], tandis que durant les glaciations quaternaires, la température moyenne de l'océan a été abaissée à 277 K , elle était égale à $12,5 \text{ ppm}$. Si l'on compare les valeurs moyennes des pressions partielles de CO_2 durant les périodes glaciaires et interglaciaires, il apparaît que leur différence peut atteindre environ $50\text{-}52 \text{ ppm}$. Or, c'est précisément cet ordre de grandeur de la pression différentielle de CO_2 qui a été détecté dans les bulles d'air lors du forage de la calotte glaciaire de l'Antarctique à la station Vostok (Fig. 11). Il est intéressant de noter qu'au Crétacé chaud, lorsque la température moyenne de l'eau de l'océan pouvait atteindre $+17^\circ\text{C}$ (291 K), la pression partielle de dioxyde de carbone atteignait 610 ppm . soit 1,33 fois plus élevé qu'actuellement.



La figure 11 illustre la corrélation entre les variations de concentration de dioxyde de carbone et les fluctuations de la température de l'air au cours des 420 000 dernières années à la station antarctique « Vostok » à partir d'un carottage dans la glace, foré à une profondeur de $3\,623 \text{ m}$ (le temps est indiqué de droite à gauche). Comme on peut le constater, la courbe de température (lignes pointillées) observe un refroidissement général du climat au cours des 420 000 dernières années, bien que l'ampleur des fluctuations locales de température entre les époques glaciaires et interglaciaires soit stable et atteigne 10°C . La courbe de température avance d'environ 600 ans les variations du CO_2 . La courbe de retard du CO_2 dans les climats froids est bien plus élevée, même à l'œil nu. Nous vivons actuellement une époque où les températures diminuent et où les concentrations de CO_2 dans l'atmosphère augmentent ou se stabilisent.

Face au problème de l'effet de serre, impossible d'ignorer les arguments et les idées des disciples de S. Arrhenius concernant l'action directe du dioxyde de carbone sur la température de la troposphère. Certes, la teneur en CO_2 des échantillons d'air prélevés dans les anciennes couches de névé du Groenland et de l'Antarctique montre que, lors du réchauffement interglaciaire, la concentration de ce gaz dans l'atmosphère augmente constamment. Cet effet a été observé à une bien plus grande échelle lors des périodes climatiques chaudes, par exemple au Crétacé. Cependant, il ressort des données ci-dessus que les partisans de l'approche classique confondent clairement cause et effet, car l'augmentation ou la diminution de la pression partielle de CO_2 dans l'atmosphère ne sont pas la cause, mais la conséquence des variations de température. Un examen attentif montre que la courbe des fluctuations de

température est nettement plus rapide que les variations correspondantes des concentrations de CO₂ : les fluctuations de température sont primordiales, et les variations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère en sont la conséquence.

Français Cela est dû à la dépendance négative de la température de la solubilité du CO₂ dans les eaux océaniques et à la loi de Henry, établissant un équilibre dynamique entre la pression partielle du gaz dans l'atmosphère et sa concentration dans l'hydrosphère. La hausse des températures de l'eau océanique entraîne un dégazage partiel et la transition du CO₂ de l'océan vers l'atmosphère, et, inversement, lorsque le temps froid augmente la solubilité du CO₂ dans les eaux océaniques. Il est intéressant de noter que les changements de retard dans les concentrations de CO₂ par rapport aux variations de température sur la figure 11 correspondent approximativement au temps de mélange complet de l'eau océanique (environ mille ans).

Les véritables causes des changements de température du climat terrestre se trouvent dans d'autres processus et phénomènes, tels que le rayonnement solaire irrégulier (voir Fig. 10), la précession de la rotation propre de la Terre, l'instabilité des courants océaniques ou les changements dans leur circulation dus à d'autres causes (par exemple , le dessalement périodique ou la salinisation des eaux de surface de l'océan Arctique).

En termes d'évolution, à partir du milieu du Mésozoïque (il y a environ 150 à 100 millions d'années), on observe un refroidissement progressif du climat. Ce phénomène est dû à plusieurs facteurs, notamment l'élimination de l'azote de l'atmosphère et sa liaison aux nitrates et nitrites du sol [19], ainsi qu'une diminution correspondante de la masse de l'atmosphère, et la dérive des continents vers des latitudes plus élevées. Nous vivons actuellement dans une phase interglaciaire , mais il faut s'attendre à l'arrivée d'une nouvelle phase de glaciation , d'une intensité accrue.

C'est pourquoi le problème du changement climatique de la Terre doit être résolu de manière systématique et basée sur une théorie physique rigoureuse, en tenant compte de l'évolution de la composition atmosphérique, des environnements géologiques, en impliquant des données sur les fluctuations de la luminosité solaire, la précession de la rotation de la Terre et les données océanographiques, avec la prise en compte obligatoire des rétroactions existant dans ce système complexe et non seulement pour expliquer tout le climat et la dépendance imaginaire des concentrations atmosphériques des gaz dits « à effet de serre ».

L'origine naturelle des soi-disant « trous d'ozone »

On entend généralement par « trous d'ozone » les zones de la stratosphère situées aux latitudes polaires et tempérées, où la concentration d'ozone est réduite d'environ 20 à 30 %. Ces trous se forment en hiver et au printemps dans des zones d'anticyclones stables, comme en Antarctique ou au-dessus de la Yakoutie . Cela est dû au fait que le rayonnement solaire diminue fortement en hiver, tandis qu'aux latitudes polaires, il disparaît complètement. Au-dessus des zones anticycloniques , les masses d'air s'élèvent et débordent dans la stratosphère, la couche d'ozone les recouvrant semblant disparaître. En été, les « trous » diminuent fortement, voire disparaissent.

La panique n'a surgi qu'à la fin des années 1950. Au XXe siècle, l'ozone atmosphérique a été mesuré quantitativement. Pour la première fois, un « trou d'ozone » a été découvert en Antarctique. Rapidement, de nombreuses spéculations ont surgi quant à son influence

anthropique. Cependant, on ne comprenait toujours pas pourquoi les « trous d'ozone » les plus profonds et les plus étendus sont observés en Antarctique, c'est-à-dire dans l'hémisphère sud, alors que les émissions anthropiques de CFC sont également maximales dans l'hémisphère nord, alors que les CFC d'origine humaine se libèrent dans l'atmosphère en quantités disproportionnées lors des éruptions volcaniques. Cependant, les principaux « destructeurs » de la couche d'ozone ne sont pas les CFC, mais le méthane et l'hydrogène. Ainsi, seules les réactions de serpentinisation des roches de la croûte océanique lors de leur hydratation libèrent, selon [10], 6 à 10 millions de tonnes par an, tandis que les émissions anthropiques de CFC ne dépassent pas 100 tonnes par an. À cela s'ajoutent des millions de tonnes de méthane et d'hydrogène provenant des régions tectoniquement actives et des forêts tropicales, ainsi que des marécages méthaneux du nord du Canada et de l'Eurasie. La masse totale de gaz naturel rejetée dans l'atmosphère chaque année atteint plusieurs dizaines, voire centaines de millions de tonnes !

Nous pouvons donc conclure que l'impact humain sur la couche d'ozone stratosphérique, où se trouvent des « trous d'ozone », est négligeable – environ quatre ordres de grandeur inférieurs à l'influence des facteurs environnementaux. Par conséquent, toutes les variations de concentration d'ozone dans l'atmosphère sont naturelles et indépendantes de l'activité humaine. Comme l'ont montré Kapitsa et AA Gavrilov [22], la concentration d'ozone stratosphérique varie selon la périodicité saisonnière, et cela n'est pas anormal. De plus, des études ont montré qu'à l'équateur et sous les latitudes tropicales, la concentration d'ozone était plus faible que dans les « trous d'ozone » les plus profonds des régions polaires. De plus, aucun danger pour la vie n'est observé à ces latitudes. Nous pouvons donc conclure qu'il n'y a pas de problème de « trous d'ozone » dans la lutte contre laquelle des fonds considérables ont été investis. Ainsi, selon certaines estimations, pour respecter ses obligations au titre du Protocole de Montréal relatif à la Convention de Vienne de 1985 sur la protection de la couche d'ozone, la Russie devrait dépenser environ 5 milliards de dollars par an, et les pertes ponctuelles liées à la destruction et au remplacement des équipements utilisant des CFC s'élèvent à environ 10 à 15 milliards de dollars ! Cet argent peut être trouvé et mieux utilisé.

En conclusion, je tiens à remercier les universitaires Kondratyev pour son soutien à l'idée, Monin pour la discussion des problèmes et SS Grigoryan pour un examen détaillé de la théorie, des conseils utiles et des suggestions.

Littérature

1. Arrhenius S. Sur l'influence de l'acide carbonique de l'air sur la température du sol. – Phil. Mag., 1896, v. 41, 237-276.
2. Budyko , MI Le problème du dioxyde de carbone. – Leningrad : Gidrometeoizdat , 1997.
3. Réchauffement climatique : rapport de Greenpeace. – Moscou : Université d'État de Moscou, 1993.
4. L'effet de serre, le changement climatique et les écosystèmes. – Leningrad : Gidrometeoizdat , 1989.
5. Khromov , SP, MA Petrosyants Météorologie et climatologie. – Moscou : Université d'État de Moscou, 1994.

6. Haken H. Synergetics.- Springer-Verlag, 1980.
 7. Haken H. Synergetics . Hiérarchie des instabilités dans les systèmes et dispositifs auto-organisés. – Springer- Verlag , 1985.
 8. L'atmosphère de la Terre : Encyclopédie physique, vol . 1. – Moscou : Encyclopédie soviétique, 1988.
 9. LD Landau, EM Lifshitz Physique statistique, partie 1.- Moscou : Nauka , 1979.
 10. Sorokhtin OG Effet de serre : le mythe et la réalité. – Journal of Natural Sciences, 2001, v. 1, ? 1, 6-21.
 11. Feldbaum , AA Introduction à la théorie des circuits non linéaires. – M. : Gosenergoizdat , 1948.
 12. Voitkevich G., A. Kokin , Miroshnikov AE, Prokhorov VG Manuel de géochimie .- Moscou : Nedra , 1990.
 13. Naumov GB, Ryzhenko BN, IL Aucun commentaire Manuel des quantités thermodynamiques (pour les géologues) .- Moscou : Atomizdat , 1971.
 14. Bachinsky AI Putilov VV, Suvorov NP Manuel de physique .- M. : GUPI, 1951.
 15. La planète Vénus (atmosphère, surface et structure interne). – Moscou : Nauka , 1989.
 16. Marov MJ Planètes de notre système solaire. – Moscou : Nauka , 1986.
 17. Sorokhtin OG, Lein AY, Balanyuk IE Thermodynamique des systèmes hydrothermaux océaniques et génération de méthane abiogénique . – Océanologie , 2001, v. 41, ? 6, 898-909.
 18. Gladenkov JB Stratigraphie Biosphère : Actes du GIN, n° 551. – Moscou : GEOS, 2004.
 19. Sorokhtin OG, SA Ouchakov Développement de la Terre. – Moscou : Université d'État de Moscou, 2002.
 20. Christy JR, Spencer RW, Braswell WD – Nature, 1997, v. 389, 342-344.
 21. Robinson AB, Baliunas SL, Soon W., Robinson ZW Effets environnementaux de l'augmentation du dioxyde de carbone atmosphérique. 1998 [info@oism.org; info@marshall.org].
 22. Kapitsa, AP, AA Gavrilov Confirmation de l'hypothèse sur l'origine naturelle du trou d'ozone au-dessus de l'Antarctique. – Dokl . Académie des sciences, 1999, v. 366, ? 4,. 543-546.
-



Oleg G. Sorokhtin , diplômé de l'Institut des Mines de Leningrad en 1951, docteur, académicien (RANS), scientifique émérite de Russie, explorateur polaire honoraire. Après avoir obtenu son diplôme avec mention du LGI, il a travaillé sur un projet hydrologique , une exploration hydrogéologique menée par les « grands chantiers du communisme » (Kuibyshev HES, canal turkmène). En 1953, il est retourné à Moscou et a commencé à travailler à l'Institut de physique de la Terre. Il a participé à trois expéditions en Antarctique, effectué des forages profonds et des études sismiques, visité le pôle froid, le pôle géomagnétique et découvert le pôle d'inaccessibilité. Depuis 1966, il travaille à l'Institut d' océanologie de l'Académie des sciences de l'URSS (RAS) de Shirshov . Il a participé à de nombreuses expéditions océanographiques, exploré les fonds marins et exploré les volcans sous-marins et les sources chaudes (fumeuses noires). Il a publié plus de 300 articles scientifiques, notamment dans les « Rapports de l'Académie des sciences de l'URSS (RAS) » et « Nature ». Il a reçu l'Ordre du Drapeau rouge du Travail et plusieurs médailles. Il a deux fils, deux petits-fils (le plus jeune a un an) et une petite-fille. Le plus jeune est docteur ès sciences, professeur à l'Université d'État de Mourmansk (Apatity) et membre correspondant de l'Académie des sciences naturelles.

Lorsqu'on se réfère à des grandeurs physiques, on utilise des unités de systèmes différents, ainsi que des unités communes. La révision retenue par l'auteur fait référence à l'unité. Il faut garder à l'esprit que $1 \text{ cal} = \approx 4,2 \text{ J}$, $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$, $1 \text{ atm} = 101,32 \text{ kPa}$.