

УДК 523.481-852

А. В. Мороженко

Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
03680 Киев, ул. Академика Заболотного 27

Переопределение монохроматических коэффициентов поглощения метана с учетом тепловых режимов планет-гигантов. III. Уран и Нептун

Используя метод отклонения вертикальной структуры планетной атмосферы от условия однородности по данным спектрофотометрических измерений отражательной способности дисков Урана и Нептуна были определены изменения относительной концентрации метана γ с глубиной p в атмосферах для моделей с мелкими и крупными частицами (Уран — $\ln\gamma(p) = -9.111 + 1.119\Delta\ln p$ ($\ln p_0 = -0.751$, $r_0 \approx 0.063$ мкм); $\ln\gamma(p) = -7.298 - 2.676\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.077$ и $\ln\gamma(p) = -7.298 + 1.053\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.077$ ($\ln p_0 = 1.077$, $r_0 \approx 0.57$ мкм); Нептун — $\ln\gamma(p) = -8.637 + 1.066\Delta\ln p$ ($\ln p_0 = -1.019$, $r_0 \approx 0.075$ мкм); $\ln\gamma(p) = -6.357 - 2.597\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.370$ и $\ln\gamma(p) = -6.357 + 1.314\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.370$ ($\ln p_0 = 1.370$, $r_0 \approx 0.57$ мкм) (p , бар)), а также спектральных значений монохроматического коэффициента поглощения метана в спектральном интервале $\lambda\lambda$ 380—940 нм.

ПЕРЕВИЗНАЧЕННЯ МОНОХРОМАТИЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОГЛИНАННЯ МЕТАНУ З УРАХУВАННЯМ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ ПЛАНЕТ-ГІГАНТІВ. III. УРАН І НЕПТУН, Мороженко О. В. — Використовуючи метод відхилення вертикальної структури планетної атмосфери від умови однорідності за даними спектрофотометричних вимірювань відбивної здатності дисків Урана і Нептуна були визначені зміни відносної концентрації метану γ з глибиною p в атмосферах для моделей з дрібними і великими частинками (Уран — $\ln\gamma(p) = -9.111 + 1.119\Delta\ln p$ ($\ln p_0 = -0.751$, $r_0 \approx 0.063$ мкм); $\ln\gamma(p) = -7.298 - 2.676\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.077$ і $\ln\gamma(p) = -7.298 + 1.053\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.077$ ($\ln p_0 = 1.077$, $r_0 \approx 0.57$ мкм); Нептун - $\ln\gamma(p) = -8.637 + 1.066\Delta\ln p$ ($\ln p_0 = -1.019$, $r_0 \approx 0.075$ мкм); $\ln\gamma(p) = -6.357 - 2.597\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.370$ і $\ln\gamma(p) = -6.357 + 1.314\Delta\ln p$ для $\ln p = 1.370$ ($\ln p_0 = 1.370$, $r_0 \approx 0.57$ мкм) (p , бар)), а також спектральних значень монохроматичних коефіцієнтів поглинання метану в спектральному діапазоні $\lambda\lambda$ 380—940 нм.

REDETERMINATION OF MONOCHROMATIC ABSORPTION COEFFICIENTS OF METHANE WITH REGARD TO THERMAL CONDITIONS IN THE ATMOSPHERES OF GIANT PLANETS. III. URANUS AND

NEPTUNE, by Morozhenko A. V. — Using the method of deviation of the vertical structure of a planetary atmosphere from the condition of homogeneity, some values of changes of relative concentration of methane with altitude of an atmosphere for models with small and large particles are derived from data of spectrophotometric measurements of the reflecting disks: Uranus — $\ln\gamma(p) = -9.111 + 1.119\Delta\ln p$ ($\ln p_0 = -0.751$, $r_0 \approx 0.063 \mu$); $\ln\gamma(p) = -7.298 - 2.676\Delta\ln p$ for $\ln p = 1.077$ and $\ln\gamma(p) = -7.298 = 1.053\Delta\ln p$ for $\ln p \approx 1.077$ ($p_0 = 1.077$, $r_0 \approx 0.57 \mu$); Neptune — $\ln\gamma(p) = -8.637 + 1.066\Delta\ln p$ ($\ln p_0 = -1.019$, $r_0 \approx 0.075 \mu$); $\ln\gamma(p) = -6.357 - 2.597\Delta\ln p$ for $\ln p \approx 1.370$ и $\ln\gamma(p) = -6.357 + 1.314\Delta\ln p$ for $\ln p \approx 1.370$ ($\ln p_0 = 1.370$, $r_0 \approx 0.57 \mu$) (p — bar). Changes of the values of the monochromatic methane absorption coefficients are also estimated for the spectral region from $\lambda\lambda$ 380 to 940 nm.

В предыдущих работах [2, 3] мы предложили и апробировали на примере Юпитера метод переопределения значений монохроматического коэффициента поглощения метана k_ν , учитывающий изменение температуры с глубиной в атмосфере. Настоящая статья посвящена применению этой методики к Урану и Нептуну, но для этих планет задача значительно усложняется. Дело в том, что для Юпитера можно было считать, что спектральные значения индикатрисы рассеяния $\chi(\alpha)$ известны, а относительная концентрация метана γ постоянна с глубиной. Однако для Урана и Нептуна практически нет информации о характеристиках атмосферного аэрозоля, кроме того, имеются веские основания утверждать об увеличении концентрации метана с глубиной (см. [5, с. 549 и 564; 11]).

МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ

Анализ велся методом, который определяет степень отклонения реальной вертикальной структуры от условия однородности и детально описан в работах [2, 3]. Идея этого метода состоит в том, что первоначально путем сравнения наблюдательного значения A_g с модельно рассчитанными для полубесконечного оптически однородного слоя при заданной индикатрисе рассеяния $\chi(\alpha)$ и различных значений альбеда однократного рассеяния ω определяются величины последнего. В последующем, используя то или иное выражение для определения эффективной оптической глубины $\tau_{\text{эф}}$ (в дальнейшем просто τ) формирования интенсивности диффузно отраженного излучения, по полученным значениям ω рассчитываются значения τ и ее составляющих — рассеивательной:

$$\tau_s = \omega\tau$$

и поглощательной:

$$\tau_{(\nu+\kappa)} = (1 - 1/\omega)\tau_s.$$

Здесь индексы ν и κ обозначают поглощение в молекулярных полосах поглощения и непрерывном спектре соответственно. Количество метана на луче зрения определяется как

$$\ln NL = \ln \tau_\nu - \ln k_\nu. \quad (1)$$

Поскольку величины k_ν как правило приводятся в единицах $\text{см}^{-1}(\text{км-амагат})^{-1}$, то количество метана также определяется в км-амагат. Отметим, что после нахождения значений τ_s и NL последующий анализ базируется на оперировании именно с этими величинами, поэтому задача анализа превращается с обратной на прямую, что делает получаемые результаты более однозначными. Для анализа использовались полученные по наблюдениям в

1993 г. со спектральным разрешением $\Delta\lambda = 1$ нм значения геометрического альbedo A_g в интервале длин волн $\lambda\lambda = 300\text{—}1000$ нм [10].

Поскольку в реальных атмосферах, особенно в коротковолновой области спектра, является существенным зависящее от длины волны поглощение в непрерывном спектре $\tau_\kappa(\lambda)$, то необходимо определить и учесть последнее. Для Урана и Нептуна эта проблема усложнена, особенно в коротковолновой области спектра, эффектами комбинационного рассеяния в водородно-гелиевых атмосферах. Поэтому при анализе спектрофотометрических измерений в коротковолновой области спектра необходимо определенным образом учитывать и эффекты комбинационного рассеяния. Это делалось посредством использования модифицированного в работе [4] выражения для альbedo однократного рассеяния, которое в упрощенном виде записывается как

$$\omega = [\tau_a/\tau_R + D] / [1 + \tau_a/\tau_R + \tau_\kappa/\tau_R].$$

Если принять, что концентрации водорода и гелия в атмосферах Урана и Нептуна составляют 0.85 и 0.15, то

$$D = 1 + 0.85 [N_0\tau_{S(0)}f(\lambda_1) + N_1\tau_{S(1)}f(\lambda_2) + N_2\tau_{O(2)}f(\lambda_3) + \tau_{Q(1)}f(\lambda_4)] / \tau_R f(\lambda_0) - A, \quad (2)$$

$$A = 0.85 [N_0\tau_{S(0)} + N_1\tau_{S(1)} + N_2\tau_{O(2)} + \tau_{Q(1)}] / \tau_R, \quad (3)$$

где $f(\lambda_1)$, $f(\lambda_2)$, $f(\lambda_3)$, $f(\lambda_4)$ — интенсивности солнечного излучения на длинах волн, с которых вращательными $S(0)$, $S(1)$, $O(2)$ и колебательным $Q(1)$ стоксовыми переходами комбинационное рассеяние переносит солнечный фотон на длину волны λ_0 , $f(\lambda_0)$ — интенсивность солнечного излучения на длине волны λ_0 , $\tau_{S(0)}$, $\tau_{S(1)}$, $\tau_{O(2)}$ и $\tau_{Q(1)}$ — оптические глубины, обусловленные комбинационным рассеянием соответствующих переходов, N_0 , N_2 и N_1 — количества молекул водорода в пара- ($S(0)$, $O(2)$) и орто- ($S(1)$) состояниях.

На длине волны, которой соответствует центр сильной фраунгоферовой линии, где $f(\lambda_i) > f(\lambda_0)$, значение $D > 1$, а в той части спектра, где $f(\lambda_i) < f(\lambda_0)$, имеем $D < 1$. В случае, когда не все $f(\lambda_i)$ больше или меньше $f(\lambda_0)$, параметр $D(\lambda)$ будет незначительно отличаться от единицы. Рассчитанные на одну молекулу для длины волны $\lambda = 400$ нм значения коэффициентов комбинационного рассеяния, а также интервалы частот $\Delta\nu$, на которые комбинационным рассеянием смещается рассеянный квант, приведены в работе [8]. В неизотермической атмосфере из-за изменения с глубиной количества молекул орто- и параводорода значения параметров A и D также будут функцией глубины [4], неучет чего приводит к существенным погрешностям отношений τ_a/τ_R , $\tau_{(v+\kappa)}/\tau_R$ и $\tau_{(v+\kappa)}/\tau_s$. Несмотря на это, здесь мы все же использовали модель изотермической атмосферы, а для величины температуры принимали ее равновесное значение, которое для обеих планет практически одинаково и равно 58.7 К [5]. Это обусловлено тем, что не известно, какому эффективному уровню в атмосфере соответствует наблюдаемое значение геометрического альbedo.

По данным об интенсивности деталей комбинационного спектра из системы уравнений

$$\left[\sum \frac{D(\lambda_i)}{\omega(\lambda_i)} \right] / n - 1 = b(\lambda) + a(\lambda) \left(\sum [1 - 1/\omega(\lambda_i)] \right) / n,$$

$$\left[\sum \frac{D(\lambda_j)}{\omega(\lambda_j)} \right] / m - 1 = b(\lambda) + a(\lambda) \left(\sum [1 - 1/\omega(\lambda_j)] \right) / m,$$

составленных для n длин волн, в которых $D > 1$, и для m длин волн (по $m/2$ точек по обе стороны псевдоэмиссии), в которых $D < 1$, можно определить значения $b = \tau_a/\tau_R$ и $a = \tau_{(v+\kappa)}/\tau_R$, а также $\tau_{(v+\kappa)}/\tau_s = a/(1 + b)$ (см., например, [1]). Легко убедиться, что после определения значения параметра b полученные по наблюдательным данным значения альbedo однократного рассеяния ω можно исправить за эффект комбинационного рассеяния и оценить истинное его значение ω' для газовой-аэрозольной среды с помощью выражения

$$1/\omega' = (D + b)/(1 + b)\omega. \quad (4)$$

Однако этот метод можно эффективно использовать для длин волн $\lambda < 400$ нм, где расположены наиболее сильные фраунгоферовые линии. В длинноволновой области спектра пришлось воспользоваться методом подбора, а именно: в выражении (4) подбирались такие значения b , при которых значения ω' в довольно узком спектральном интервале наблюдается минимальное отклонение от его среднего значения или от усредненного спектрального хода. Последняя процедура проводилась для спектральных интервалов $\lambda\lambda = 422...432$ и $490...500$ нм. Значительно сложнее определить спектральные зависимости отношения τ_κ/τ_s , потому что для длин волн с $\lambda > 440$ нм практически отсутствуют участки спектра, в которых не проявлялось бы поглощение метаном. Значение этого отношения определялось только для участков спектра $\lambda\lambda = 372...384$ и $422...432$ нм.

Полученные значения $b(\lambda)$ и $(\tau_\kappa/\tau_s)_\lambda$ аппроксимировались степенной зависимостью, что позволяло полученные величины альbedo однократного рассеяния исправлять за влияние эффекта комбинационного рассеяния (4) и рассчитывать спектральные значения поглощательной (метаном) составляющей эффективной оптической глубины

$$\tau_v = [(1 - 1/\omega') - (\tau_\kappa/\tau_s)]\tau_s,$$

а также количества метана на луче зрения. Монохроматические коэффициенты поглощения метана брались из работы [9]. По полученным данным для центров всех полос поглощения метана были построены графические зависимости $\ln\tau_s$ от $\ln NL$ (NL в км-амагат), которые приведены на рис. 1.

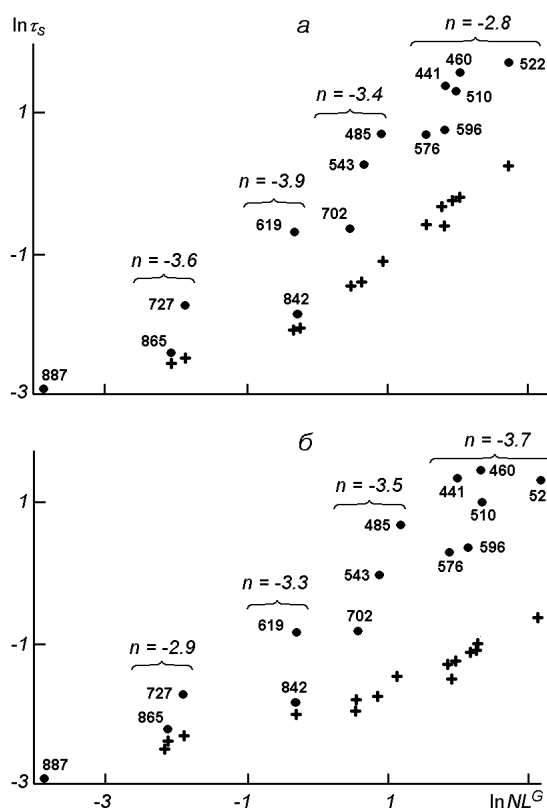


Рис. 1. Зависимости наблюдательных (точки) и исправленных за спектральную зависимость (крестики) значений рассеивающей составляющей эффективной оптической глубины от количества метана (в км-амагат) на луче зрения в атмосфере Урана (а) и Нептуна (б) для центров полос поглощения метана (у точек — длины волн в нанометрах, а также значения параметра n выражения (5))

Поскольку величина монохроматического коэффициента поглощения метана довольно чувствительна к температуре, то в случае неизотермической атмосферы значение k_ν будет изменяться с глубиной. Для учета этого изменения было предложено [3] учитывать поправки

$$\Delta \ln k_\nu(p) = \ln \left[\sum \frac{p_i T_0}{p_0 T_i} \left(\frac{295}{T_i} \right)^n \right] - \ln \left[\sum \frac{p_i T_0}{p_0 T_i} \right],$$

где p_0 и T_0 — значения давления и температуры для некоторого нулевого уровня в верхних слоях атмосферы. Для примера на рис. 1, б показаны зависимости $T(p)$ [11] и $\Delta \ln k_\nu(p)$ для атмосферы Урана. При расчетах принималось, что $p_0 = 0.00050$ бар и $T_0 = 129.0$ К, а $n = 0.72$, а для Нептуна — $p_0 = 0.00035$ бар, $T_0 = 130.6$ К. Поскольку в указанной работе приведены значения температуры для давлений $p < 2.309$ бар для Урана и $p < 6.268$ бар для Нептуна, то для больших давлений использовались линейные аппроксимационные выражения с коэффициентами $\Delta T / \Delta \ln p = 31.3$ К для $\ln p > 0.81$ (Уран) и 36.0 К для $\ln p > 1.73$ (Нептун) на $\Delta \ln p = 1$.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Как видно из рис. 1, на общем фоне увеличения $\ln \tau_s(\lambda)$ (точки) с увеличением $\ln NL$ наблюдается значительный разброс, который обусловлен в первую очередь спектральными зависимостями рассеивательной составляющей эффективной оптической глубины и формы индикатрисы рассеяния. Безусловно, что некоторую роль играют и погрешности в определяемых значениях геометрического альбедо, а также неучет температурного профиля при исправлении за эффект комбинационного рассеяния. В относительно узких спектральных интервалах исправление за изменение τ_s с длиной волны возможно с помощью простого эмпирического соотношения

$$\Delta \ln \tau_s(\lambda) = n \ln(\lambda / \lambda_0), \quad (5)$$

где n — параметр, $\lambda_0 = 887$ нм. Требование использования довольно узкого спектрального интервала обусловлено как сложностью зависимости аэрозольной составляющей оптической глубины от длины волны так и совместным влиянием спектральных зависимостей газовой и аэрозольной составляющих. Исправленные графические зависимости также приведены на рис. 1 (крестики). Оказалось, что для обеих планет значение параметра n изменяется с изменением $\ln NL$, хотя характер его изменения с глубиной в атмосферах этих планет различен. Так, для Урана на верхнем уровне атмосферы (со значением $\ln NL \approx -2.0$) $n = -3.7$, на уровнях с $\ln NL \approx -0.4$ — $n = -3.9$, с $\ln NL \approx +0.6$ — $n = -3.4$, а в более глубоких слоях (со значением $\ln NL > 1.4$) — $n = -2.8$. В то же время для Нептуна наблюдается постепенное его увеличение от $n = -2.9$ на $\ln NL \approx -2.0$ до $n = -3.7$ или даже $n = -4$ на $\ln NL > 1.8$. Вероятнее всего, это обусловлено тем, что диффузно отраженное излучение для Урана формируется в атмосфере с существенно разнесенными по высоте надоблачным и облачным аэрозольными слоями, а для Нептуна — только с надоблачным слоем. Хотя для $\ln NL > 1$ исправленные значения $\ln \tau_s(NL)$ показывают меньший разброс, чем при $n = -3.7$, но все же приходится отказаться от соблазна считать атмосферу Нептуна чисто рэлеевской по всей глубине, потому что данные для $n = -4$ при $\ln NL < 1$, т. е. для верхних слоев атмосферы, показывают довольно большой разброс.

Анализ велся методом последовательных приближений.

1. Для различных $\ln z = \ln 2\pi r / \lambda$ (r — радиус частиц) подбирались такие значения $\beta(\lambda_0) = \tau_R(\lambda_0) / [\tau_R(\lambda_0) + \tau_a(\lambda_0)]$, чтобы рассчитанные поправки

$$\Delta \ln \tau_s^p(\lambda) = \ln [\beta(\lambda_0)/\beta(\lambda)] - 4 \ln(\lambda/\lambda_0) + \Delta \ln \tau_s [x_1'(\lambda_0)] - \Delta \ln \tau_s [x_1'(\lambda)] \quad (6)$$

совпали с поправками (5). Напомним, что спектральные значения $\beta(\lambda)$ рассчитываются по выражению

$$\beta(\lambda) = \left\{ 1 + [1 - \beta(\lambda_0)] \frac{\sigma_s(\lambda)}{\beta(\lambda_0)\sigma_s(\lambda_0)} \left(\frac{\lambda}{\lambda_0} \right)^4 \right\}^{-1}.$$

В выражении (6)

$$x_1' = (1 - \beta)x_1,$$

а поправки $\Delta \ln \tau_s [x_1'(\lambda)]$ находились из зависимости $\ln \tau_s$ от x_1 .

2. Затем по исправленным значениям

$$\ln \tau_s'(\lambda) = \ln \tau_s^h(\lambda) + \Delta \ln \tau_s [x_1'(\lambda)] \quad (7)$$

находились газовая и аэрозольная компоненты рассеивательной составляющей оптической глубины на длине волны $\lambda = 887$ нм:

$$\tau_R(\lambda_0) = \tau_s'(\lambda)\beta(\lambda)(\lambda/\lambda_0)^4,$$

$$\tau_a(\lambda_0) = \tau_s'(\lambda)[1 - \beta(\lambda)]\sigma_a(\lambda_0)/\sigma_a(\lambda).$$

В выражении (7) τ_s^h — полученное из наблюдательных данных значение рассеивательной составляющей оптической глубины. Информацию о спектральной зависимости $\tau_a(\lambda)$ и значении первого коэффициента в разложении индикатрисы рассеяния в ряд по полиномам Лежандра $x_1(\lambda)$ для действительной части показателя преломления $n_r = 1.33$, которое близко к действительной части показателя преломления сжиженного метана, и дисперсии размеров частиц 0.1 брались из работы [6], в которой для нормально-логарифмического закона распределения частиц по размерам для различных размеров частиц и их дисперсий приведены значения $C(z) = \sigma_s(z)/\lambda^2$ и индикатрисы рассеяния. Предполагалось, что физические свойства аэрозоля и параметры функции распределения частиц по размерам не зависят от глубины в атмосфере.

3. По полученным эффективным оптическим глубинам газовой составляющей атмосферы находились связи

$$\ln \tau_R(\lambda_0, NL) = \ln \tau_R(\lambda_0, NL=0) + d \ln NL,$$

$$\ln p(NL) = \ln p(NL=0) + d \ln NL,$$

где d — коэффициент. Эти выражения позволяли по зависимостям $\Delta \ln k_v$ от $\ln p$ (рис. 2) находить поправки $\Delta \ln k_v$, исправлять за температурный профиль полученные при комнатной температуре величины k_v и получать новые

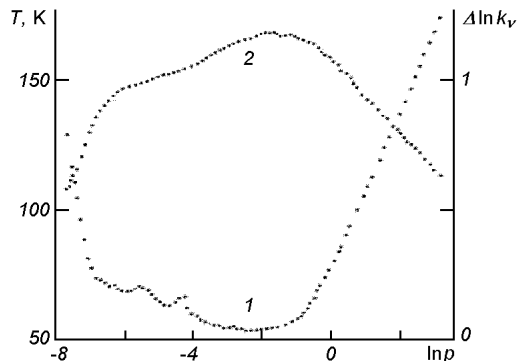


Рис. 2. Изменение температуры T (1) и поправки к монохроматическому коэффициенту поглощения метана $\Delta \ln k_v$ (2) с глубиной в атмосфере Урана

значения $\ln NL$. Как правило, количество таких итераций не превышало трех-четырёх.

Поскольку значения среднегеометрического размера частиц не известны, то при анализе рассматривался довольно широкий спектр размеров. Оказалось, что в случае очень мелкого аэрозоля ($r_0 \approx 0.063$ мкм для Урана и $r_0 \approx 0.095$ мкм для Нептуна) имеют место монотонные изменения $\ln \tau_R$ с изменением $\ln NL$:

$$\ln \tau_R = -1.534 + 0.472 \ln NL, \quad \ln p = 1.653 + 0.472 \ln NL, \quad (8)$$

$$\ln \tau_R = -1.980 + 0.484 \ln NL, \quad \ln p = 1.433 + 0.484 \ln NL \quad (9)$$

для Урана и Нептуна соответственно. Для более крупных частиц имеет место суперпозиция двух аппроксимационных выражений типа (8) с разными коэффициентами. Так, например, при $r_0 \approx 0.57$ мкм

$$\ln \tau_R = -1.728 + 0.272 \ln NL, \quad \ln p = 1.458 + 0.272 \ln NL \quad (\ln NL \leq -1.40) \quad (10)$$

$$\ln \tau_R = -1.438 + 0.478 \ln NL, \quad \ln p = 1.749 + 0.478 \ln NL \quad (\ln NL \geq -1.40) \quad (11)$$

для Урана и

$$\ln \tau_R = -1.932 + 0.278 \ln NL; \quad \ln p = 1.481 + 0.278 \ln NL \quad (\ln NL \leq -0.40) \quad (12)$$

$$\ln \tau_R = -1.878 + 0.432 \ln NL; \quad \ln p = 1.539 + 0.432 \ln NL \quad (\ln NL \geq -0.40) \quad (13)$$

для Нептуна. Первоначальные значения коэффициентов в выражениях (8) и (9) определялись как средние из всех оценок $\Delta \ln \tau_{R,i} / \Delta \ln NL_i$, а в качестве нулевых принимались значения для длины волны 887 нм. В выражениях (10) и (12) использовались данные для длин волн $\lambda \lambda = 727$ и 619 нм, а в выражениях (11) и (13) — снова усредненные значения соответственно для длин волн $\lambda \lambda = 702, 543$ и 485 нм и 596, 576, 522, 510, 460 и 441 нм. Значения $\ln NL$ в точках перегиба соответствуют очень близким к точке конденсации метана температурам ($T = 110$ К для Урана и 118 К для Нептуна). Отметим, что параметры выражения (11) остаются практически неизменными для моделей однослойного и двухслойного аэрозоля.

Для выбора наиболее вероятной модели вертикальной структуры аэрозольной составляющей атмосферы и размера частиц привлекались дополнительные условия:

- 1) определяемые значения τ_a по данным для различных полос поглощения во всяком случае не должны уменьшаться с глубиной в атмосфере;
- 2) различия между пересчитанными на комнатную температуру значениями $\ln k_v$ и приведенными в работе [9] должны быть минимальными;
- 3) полученные оценки $\ln k_v$ для непрерывного спектра Урана и Нептуна должны различаться мало. Последнее требование базировалось на том, что температурные профили для этих планет очень близки между собой.

Оказалось, что этим требованиям наилучше отвечают модели с аэрозольной дымкой в верхних слоях атмосферы и $r_0 \approx 0.57$ мкм. В атмосфере Урана аэрозольная дымка находится выше уровня формирования центра полосы поглощения метана на $\lambda 887$ нм, а рассеивательная составляющая ее оптической толщины на этой длине волны равна 0.08; в верхних слоях атмосферы Нептуна, вплоть до уровня формирования центра полосы поглощения метана на $\lambda 727$ нм, также проявляется довольно плотная аэрозольная дымка, рассеивательная составляющая оптической толщины которой для длины волны $\lambda = 887$ нм изменяется с глубиной как

$$\ln \tau_a = -1.890 + 0.377 \Delta \ln NL \quad \text{для} \quad \ln NL = -2.925 \quad \text{при} \quad \ln NL_0 = -5.002.$$

Таблица 1. Значения $\ln k_\nu$ для центров различных полос поглощения метана для температурных режимов Урана (U) и Нептуна (N), пересчитанные их величины на температуру 295 К, рассчитанные эффективные давления $\ln p$ (р, бар), отвечающие им температуры T , а также величины $\ln k_\nu$ по данным лабораторных измерений (G)

λ , нм	$\ln p^U$	T^U , К	$\ln k_\nu(T)^U$	$\ln k_\nu(295)^U$	$\ln p^N$	T^N , К	$\ln k_\nu(T)^N$	$\ln k_\nu(295)^N$	$\ln k_\nu^G$
939	3.691	190.1	-5.553		3.467	195.8	-5.594		
887	0.071	78.6	+4.520	+3.440	0.093	73.8	+4.454	+3.440	+3.44
875	1.157	110.4	+0.513		1.212	112.8	+0.412		
864	0.627	93.9	+2.569	+1.567	0.596	90.0	+2.628	+1.660	+1.61
849	2.139	141.4	-1.597		1.723	131.0	-1.087		
841	1.141	110.0	+0.708	-0.217	1.121	109.2	+0.726	-0.200	-0.219
831	3.123	171.6	-4.310		2.960	176.8	-4.416		
795	1.040	107.6	+1.049	+0.112	0.990	104.6	+1.178	+0.214	-0.190
754	2.988	167.9	-4.502		1.240	113.5	-4.154		
727	0.671	95.0	+2.326	+1.330	0.656	93.1	+2.345	+1.319	+1.33
714	2.442	150.0	-2.839		2.170	111.1	-2.487		
702	1.635	125.7	-0.657	-1.519	1.450	110.4	-0.546	-1.486	-1.32
692	2.841	163.9	-4.093		2.575	161.8	-3.781		
667	1.954	135.6	-1.613	-2.430	1.686	129.7	-1.277	-2.132	-1.973
633	3.080	170.8	-5.179		2.860	168.3	-5.041		
619	1.104	108.6	+0.515	-0.415	1.130	109.7	+0.432	-0.511	-0.511
604	2.981	167.7	-5.084		2.721	166.9	-4.768		
596	2.410	149.9	-3.368	-4.112	2.202	148.2	-3.110	-3.893	-3.721
578	3.432	181.9	-6.699		3.061	179.1	-6.062		
576	2.063	139.1	-2.822	-3.622	2.008	141.2	-2.616	-3.442	-3.370
561	3.328	178.6	-6.668		2.976	176.2	-6.016		
556	3.127	172.3	-5.974		2.826	170.6	-5.539		
551	3.456	182.6	-7.321		2.639	163.9	-6.499		
543	1.515	90.6	-1.019	-2.036	1.627	127.4	-1.072	-1.936	-2.100
527	3.285	177.3	-7.249		2.976	176.2	-6.457		
522	2.855	163.8	-5.503	-6.174	2.632	163.8	-5.938	-5.911	-5.809
516	3.300	177.7	-6.942		3.008	176.9	-6.825		
510	2.350	148.0	-3.859	-4.613	2.205	148.3	-3.763	-4.547	-4.500
492	3.122	172.1	-8.116		2.904	163.4	-6.935		
485	1.746	129.1	-2.179	-3.027	1.704	130.3	-2.293	-3.145	-3.030
472	2.737	160.1	-7.443		1.231	109.7	-6.950		
460	2.174	142.5	-4.144	-4.926	2.219	148.8	-4.461	-5.243	-5.190
446	2.348	148.0	-6.706		2.600	162.5	-7.315		
441	1.800	130.8	-3.060	-3.900	1.930	138.4	-3.267	-4.448	-4.719
439	2.228	144.2	-6.066		2.534	160.2	-7.329		
437	2.052	138.7	-4.457		2.300	151.7	-5.436		
431	2.133	141.3	—		2.525	149.8	—		
420	1.817	131.4	-4.211		2.165	147.0	-5.381		
410	1.694	127.5	—		2.187	147.4	—		
400	1.518	122.0	—		2.014	141.4	—		
387	1.404	118.5	—		1.971	139.3	—		
376	1.341	116.1	—		1.832	135.0	—		

Обратим внимание, что выбранная модель для Урана, согласно которой для $\ln NL > 0$ значение параметра n выражения (5) близко к -4 , не согласуется с подрисуночной подписью рис. 1. Основными причинами этого могут быть погрешности: используемых значений k_ν (см. табл. 1), оценок величины поглощения в непрерывном спектре и наблюдательных данных.

Полученные значения $\ln k_\nu$ для центров различных полос поглощения метана в условиях температурных режимов Урана (U) и Нептуна (N), пересчитанные их величины на температуру 295 К, рассчитанные эффективные давления $\ln p$ (p в барах), отвечающие им температуры T , а также величины $\ln k_\nu$ по данным лабораторных измерений (G) приведены в табл. 1.

Нетрудно убедиться, что выражения (8)—(13) соответствуют относительным концентрациям метана, которые аппроксимируются выражениями: в случае мелкого аэрозоля

Таблица 2. Переопределенные значения $\ln k_{\text{H}}$

λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$
938.8	-5.553	-5.373	911.2	+0.294	+0.303	883.6	+4.137	+4.193
938.4	-5.495	-5.299	910.8	+0.163	+0.117	883.2	+3.888	+3.789
938.0	-5.467	-5.248	910.4	+0.172	+0.028	882.8	+3.576	+3.587
937.6	-5.463	-5.243	910.0	+0.150	-0.033	882.4	+3.334	+3.346
937.2	-5.446	-5.238	909.6	+0.160	+0.024	882.0	+3.015	+3.077
936.8	-5.425	-5.202	909.2	+0.197	+0.153	881.6	+2.672	+2.744
936.4	-5.386	-5.149	908.8	+0.428	+0.351	881.2	+2.423	+2.432
936.0	-5.365	-5.117	908.4	+0.559	+0.462	880.8	+2.194	+2.241
935.6	-5.360	-5.107	908.0	+0.655	+0.561	880.4	+2.033	+1.992
935.2	-5.319	-5.058	907.6	+0.840	+0.685	880.0	+1.763	+1.488
934.8	-5.217	-4.916	907.2	+0.986	+0.800	879.6	+1.493	+1.223
934.4	-5.069	-4.776	906.8	+1.181	+0.916	879.2	+1.313	+1.055
934.0	-4.883	-4.576	906.4	+1.429	+1.094	878.8	+1.149	+0.971
933.6	-4.706	-4.364	906.0	+1.618	+1.294	878.4	+1.071	+0.900
933.2	-4.531	-4.163	905.6	+1.643	+1.356	878.0	+1.051	+0.872
932.8	-4.509	-4.083	905.2	+1.757	+1.575	877.6	+0.896	+0.782
932.4	-4.436	-4.043	904.8	+1.979	+1.802	877.2	+0.755	+0.694
932.0	-4.398	-3.998	904.4	+1.985	+1.848	876.8	+0.702	+0.539
931.6	-4.320	-3.911	904.0	+2.034	+1.893	876.4	+0.596	+0.512
931.2	-4.272	-3.727	903.6	+2.111	+2.112	876.0	+0.666	+0.500
930.8	-4.098	-3.645	903.2	+2.378	+2.422	875.6	+0.633	+0.464
930.4	-3.988	-3.494	902.8	+2.549	+2.571	875.2	+0.513	+0.412
930.0	-3.936	-3.464	902.4	+2.625	+2.652	874.8	+0.598	+0.464
929.6	-3.895	-3.380	902.0	+2.812	+2.762	874.4	+0.694	+0.574
929.2	-3.846	-3.326	901.6	+2.869	+2.802	874.0	+0.667	+0.531
928.8	-3.726	-3.191	901.2	+2.948	+2.884	873.6	+0.541	+0.449
928.4	-3.513	-2.975	900.8	+3.008	+2.951	873.2	+0.588	+0.480
928.0	-3.269	-2.737	900.4	+3.105	+3.019	872.8	+0.700	+0.605
927.6	-3.179	-2.572	900.0	+3.217	+3.134	872.4	+0.741	+0.635
927.2	-3.070	-2.436	899.6	+3.286	+3.213	872.0	+0.827	+0.662
926.8	-2.883	-2.256	899.2	+3.473	+3.369	871.6	+0.998	+0.778
926.4	-2.787	-2.102	898.8	+3.649	+3.577	871.2	+1.145	+0.995
926.0	-2.762	-2.063	898.4	+3.626	+3.533	870.8	+1.304	+1.023
925.6	-2.815	-2.189	898.0	+3.572	+3.436	870.4	+1.417	+1.116
925.2	-2.832	-2.129	897.6	+3.553	+3.473	870.0	+1.516	+1.208
924.8	-2.714	-1.999	897.2	+3.557	+3.460	869.6	+1.615	+1.313
924.4	-2.533	-1.790	896.8	+3.653	+3.557	869.2	+1.670	+1.456
924.0	-2.370	-1.648	896.4	+3.953	+3.729	868.8	+1.777	+1.572
923.6	-2.232	-1.515	896.0	+4.014	+3.835	868.4	+1.893	+1.757
923.2	-2.063	-1.382	895.6	+3.730	+3.715	868.0	+1.988	+1.906
922.8	-1.942	-1.262	895.2	+3.667	+3.590	867.6	+2.165	+2.120
922.4	-1.861	-1.183	894.8	+3.656	+3.611	867.2	+2.446	+2.386
922.0	-1.738	-1.131	894.4	+3.715	+3.682	866.8	+2.384	+2.400
921.6	-1.568	-1.003	894.0	+3.788	+3.772	866.4	+2.339	+2.448
921.2	-1.438	-0.918	893.6	+3.729	+3.588	866.0	+2.416	+2.526
920.8	-1.296	-0.825	893.2	+3.589	+3.556	865.6	+2.516	+2.610
920.4	-1.141	-0.659	892.8	+3.593	+3.529	865.2	+2.562	+2.628
920.0	-0.952	-0.609	892.4	+3.631	+3.551	864.8	+2.551	+2.609
919.6	-0.874	-0.519	892.0	+3.636	+3.554	864.4	+2.543	+2.604
919.2	-0.835	-0.515	891.6	+3.760	+3.642	864.0	+2.569	+2.592
918.8	-0.789	-0.482	891.2	+3.814	+3.747	863.6	+2.515	+2.580
918.4	-0.785	-0.466	890.8	+3.877	+3.860	863.2	+2.494	+2.534
918.0	-0.721	-0.422	890.4	+3.876	+3.863	862.8	+2.503	+2.527
917.6	-0.486	-0.317	890.0	+3.832	+3.765	862.4	+2.510	+2.518
917.2	-0.225	-0.181	889.6	+3.895	+3.824	862.0	+2.354	+2.500
916.8	-0.024	-0.049	889.2	+3.806	+3.790	861.6	+2.286	+2.332
916.4	+0.165	+0.162	888.8	+3.763	+3.693	861.2	+2.069	+2.095
916.0	+0.161	+0.173	888.4	+3.837	+3.818	860.8	+2.060	+2.011
915.6	+0.110	+0.198	888.0	+4.023	+4.005	860.4	+2.001	+1.883
915.2	+0.220	+0.279	887.6	+4.274	+4.298	860.0	+1.909	+1.733
914.8	+0.308	+0.334	887.2	+4.520	+4.454	859.6	+1.848	+1.675
914.4	+0.331	+0.369	886.8	+4.437	+4.451	859.2	+1.784	+1.600
914.0	+0.384	+0.404	886.4	+4.087	+4.049	858.8	+1.704	+1.516
913.6	+0.583	+0.584	886.0	+3.982	+3.827	858.4	+1.684	+1.483
913.2	+0.703	+0.725	885.6	+4.074	+3.874	858.0	+1.598	+1.332
912.8	+0.653	+0.687	885.2	+4.027	+3.900	857.6	+1.500	+1.248
912.4	+0.563	+0.551	884.8	+4.147	+4.029	857.2	+1.270	+1.057
912.0	+0.489	+0.463	884.4	+4.290	+4.264	856.8	+1.037	+0.864
911.6	+0.455	+0.442	884.0	+4.270	+4.289	856.4	+0.902	+0.718

ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Продолжение табл. 2

λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$
856.0	+0.640	+0.596	828.4	-3.471	-3.589	800.8	+0.511	+0.537
855.6	+0.463	+0.411	828.0	-3.316	-3.472	800.4	+0.598	+0.586
855.2	+0.428	+0.348	827.6	-3.165	-3.300	800.0	+0.568	+0.557
854.8	+0.413	+0.286	827.2	-3.091	-3.202	799.6	+0.679	+0.660
854.4	+0.243	+0.175	826.8	-3.073	-3.184	799.2	+0.807	+0.736
854.0	+0.105	+0.160	826.4	-3.039	-3.132	798.8	+0.783	+0.771
853.6	-0.010	+0.039	826.0	-3.021	-3.093	798.4	+0.970	+0.851
853.2	-0.288	-0.219	825.6	-3.036	-3.113	798.0	+0.960	+0.928
852.8	-0.574	-0.353	825.2	-3.072	-3.150	797.6	+1.013	+0.967
852.4	-0.721	-0.473	824.8	-3.119	-3.209	797.2	+0.986	+1.018
852.0	-0.945	-0.638	824.4	-3.165	-3.266	796.8	+1.027	+0.976
851.6	-1.035	-0.660	824.0	-3.194	-3.315	796.4	+0.944	+0.947
851.2	-1.112	-0.712	823.6	-3.280	-3.404	796.0	+0.978	+1.012
850.8	-1.298	-0.845	823.2	-3.327	-3.468	795.6	+1.038	+1.113
850.4	-1.327	-0.878	822.8	-3.329	-3.426	795.2	+1.049	+1.178
850.0	-1.403	-0.959	822.4	-3.308	-3.380	794.8	+1.013	+1.172
849.6	-1.555	-1.070	822.0	-3.278	-3.331	794.4	+0.827	+1.052
849.2	-1.597	-1.087	821.6	-3.248	-3.274	794.0	+0.732	+0.879
848.8	-1.390	-0.962	821.2	-3.188	-3.205	793.6	+0.614	+0.798
848.4	-1.200	-0.809	820.8	-3.119	-3.122	793.2	+0.653	+0.798
848.0	-1.191	-0.780	820.4	-3.101	-3.104	792.8	+0.613	+0.727
847.6	-1.089	-0.712	820.0	-3.006	-2.995	792.4	+0.470	+0.626
847.2	-1.130	-0.718	819.6	-2.929	-2.899	792.0	+0.321	+0.503
846.8	-1.152	-0.741	819.2	-2.858	-2.806	791.6	+0.193	+0.394
846.4	-1.188	-0.775	818.8	-2.775	-2.714	791.2	+0.063	+0.387
846.0	-1.128	-0.735	818.4	-2.649	-2.611	790.8	+0.022	+0.357
845.6	-0.924	-0.580	818.0	-2.375	-2.497	790.4	-0.047	+0.134
845.2	-0.633	-0.384	817.6	-2.307	-2.226	790.0	-0.062	+0.062
844.8	-0.277	-0.203	817.2	-2.242	-2.170	789.6	-0.072	+0.050
844.4	+0.010	+0.102	816.8	-2.272	-2.068	789.2	-0.094	+0.049
844.0	-0.022	+0.107	816.4	-2.054	-1.991	788.8	-0.077	+0.094
843.6	-0.331	-0.030	816.0	-1.945	-1.795	788.4	-0.035	+0.141
843.2	-0.447	-0.230	815.6	-1.852	-1.674	788.0	+0.028	+0.185
842.8	-0.409	-0.176	815.2	-1.707	-1.498	787.6	+0.122	+0.238
842.4	+0.076	+0.255	814.8	-1.658	-1.408	787.2	+0.178	+0.261
842.0	+0.580	+0.624	814.4	-1.674	-1.420	786.8	+0.250	+0.309
841.6	+0.708	+0.609	814.0	-1.629	-1.328	786.4	+0.295	+0.338
841.2	+0.663	+0.726	813.6	-1.519	-1.212	786.0	+0.300	+0.366
840.8	+0.406	+0.505	813.2	-1.423	-1.125	785.6	+0.222	+0.349
840.4	+0.367	+0.342	812.8	-1.392	-1.075	785.2	+0.100	+0.300
840.0	-0.010	+0.235	812.4	-1.351	-1.009	784.8	+0.212	+0.393
839.6	+0.021	+0.257	812.0	-1.282	-0.917	784.4	+0.455	+0.602
839.2	+0.207	+0.424	811.6	-1.126	-0.768	784.0	+0.741	+0.747
838.8	+0.408	+0.513	811.2	-0.925	-0.530	783.6	+0.726	+0.767
838.4	+0.242	+0.368	810.8	-0.838	-0.537	783.2	+0.587	+0.625
838.0	-0.238	-0.027	810.4	-0.814	-0.534	782.8	+0.489	+0.627
837.6	-0.428	-0.228	810.0	-0.797	-0.519	782.4	+0.514	+0.644
837.2	-0.593	-0.413	809.6	-0.660	-0.417	782.0	+0.469	+0.752
836.8	-0.856	-0.547	809.2	-0.603	-0.341	781.6	+0.461	+0.643
836.4	-1.121	-0.734	808.8	-0.704	-0.416	781.2	+0.436	+0.586
836.0	-1.335	-0.887	808.4	-0.742	-0.419	780.8	+0.377	+0.476
835.6	-1.689	-1.201	808.0	-0.650	-0.369	780.4	+0.148	+0.239
835.2	-2.051	-1.577	807.6	-0.610	-0.363	780.0	-0.068	+0.047
834.8	-2.445	-2.025	807.2	-0.575	-0.351	779.6	-0.300	-0.131
834.4	-2.894	-2.502	806.8	-0.462	-0.279	779.2	-0.506	-0.274
834.0	-3.213	-2.908	806.4	-0.311	-0.167	778.8	-0.606	-0.329
833.6	-3.466	-3.253	806.0	-0.256	-0.069	778.4	-0.662	-0.361
833.2	-3.807	-3.636	805.6	-0.126	-0.024	778.0	-0.750	-0.428
832.8	-3.997	-3.926	805.2	-0.103	+0.054	777.6	-0.834	-0.515
832.4	-4.201	-4.175	804.8	-0.016	+0.140	777.2	-0.931	-0.597
832.0	-4.286	-4.320	804.4	+0.159	+0.277	776.8	-1.024	-0.677
831.6	-4.310	-4.403	804.0	+0.188	+0.281	776.4	-1.070	-0.701
831.2	-4.286	-4.416	803.6	+0.178	+0.253	776.0	-1.164	-0.768
830.8	-4.222	-4.368	803.2	+0.231	+0.261	775.6	-1.252	-0.819
830.4	-4.136	-4.293	802.8	+0.288	+0.300	775.2	-1.372	-0.930
830.0	-4.025	-4.186	802.4	+0.354	+0.425	774.8	-1.463	-1.006
829.6	-3.884	-4.045	802.0	+0.468	+0.505	774.4	-1.467	-1.004
829.2	-3.740	-3.854	801.6	+0.486	+0.521	774.0	-1.334	-0.955
828.8	-3.604	-3.715	801.2	+0.400	+0.473	773.6	-1.238	-0.852

Продолжение табл. 2

λ , мм	$\ln k_v^U$	$\ln k_v^N$	λ , мм	$\ln k_v^U$	$\ln k_v^N$	λ , мм	$\ln k_v^U$	$\ln k_v^N$
773.2	-1.493	-0.906	745.2	-4.029	-3.696	717.2	-0.297	-0.202
772.8	-1.567	-1.128	744.8	-4.020	-3.691	716.8	-0.701	-0.569
772.4	-1.883	-1.399	744.4	-3.976	-3.650	716.4	-1.085	-0.876
772.0	-2.047	-1.563	744.0	-3.896	-3.582	716.0	-1.525	-1.227
771.6	-2.073	-1.607	743.6	-3.763	-3.450	715.6	-1.947	-1.607
771.2	-2.022	-1.578	743.2	-3.567	-3.247	715.2	-2.294	-2.017
770.8	-2.061	-1.682	742.8	-3.459	-3.106	714.8	-2.691	-2.145
770.4	-2.178	-1.720	742.4	-3.240	-2.977	714.4	-2.717	-2.325
770.0	-2.188	-1.770	742.0	-3.150	-2.786	714.0	-2.839	-2.442
769.6	-2.194	-1.744	741.6	-2.987	-2.610	713.6	-2.815	-2.487
769.2	-2.174	-1.682	741.2	-2.930	-2.420	713.2	-2.741	-2.477
768.8	-2.197	-1.726	740.8	-2.527	-2.156	712.8	-2.712	-2.357
768.4	-2.275	-1.822	740.4	-2.269	-1.889	712.4	-2.762	-2.331
768.0	-2.264	-1.827	740.0	-2.107	-1.706	712.0	-2.814	-2.384
767.6	-2.106	-1.674	739.6	-1.857	-1.488	711.6	-2.809	-2.425
767.2	-1.900	-1.485	739.2	-1.622	-1.268	711.2	-2.747	-2.418
766.8	-1.955	-1.522	738.8	-1.410	-1.058	710.8	-2.630	-2.368
766.4	-2.147	-1.694	738.4	-1.099	-0.842	710.4	-2.558	-2.198
766.0	-2.233	-1.768	738.0	-0.858	-0.652	710.0	-2.415	-2.066
765.6	-2.184	-1.778	737.6	-0.675	-0.502	709.6	-2.334	-1.994
765.2	-2.111	-1.642	737.2	-0.410	-0.286	709.2	-2.315	-1.948
764.8	-2.088	-1.619	736.8	-0.283	-0.048	708.8	-2.274	-1.900
764.4	-2.087	-1.640	736.4	-0.210	-0.054	708.4	-2.166	-1.805
764.0	-2.183	-1.743	736.0	-0.117	+0.052	708.0	-2.059	-1.683
763.6	-2.287	-1.848	735.6	+0.281	+0.307	707.6	-1.877	-1.578
763.2	-2.368	-1.917	735.2	+0.329	+0.350	707.2	-1.776	-1.474
762.8	-2.427	-1.974	734.8	+0.376	+0.482	706.8	-1.689	-1.374
762.4	-2.421	-1.966	734.4	+0.521	+0.622	706.4	-1.647	-1.333
762.0	-2.553	-2.104	734.0	+0.766	+0.735	706.0	-1.632	-1.307
761.6	-2.709	-2.304	733.6	+0.860	+0.844	705.6	-1.534	-1.226
761.2	-2.792	-2.418	733.2	+1.073	+0.988	705.2	-1.270	-1.019
760.8	-2.850	-2.471	732.8	+1.237	+1.100	704.8	-0.930	-0.731
760.4	-3.011	-2.595	732.4	+1.293	+1.129	704.4	-0.808	-0.640
760.0	-3.082	-2.710	732.0	+1.319	+1.159	704.0	-0.900	-0.729
759.6	-3.218	-2.840	731.6	+1.377	+1.241	703.6	-0.969	-0.775
759.2	-3.410	-3.008	731.2	+1.432	+1.298	703.2	-0.924	-0.732
758.8	-3.461	-3.095	730.8	+1.600	+1.424	702.8	-0.769	-0.619
758.4	-3.550	-3.197	730.4	+1.714	+1.563	702.4	-0.657	-0.546
758.0	-3.612	-3.271	730.0	+1.824	+1.734	702.0	-0.727	-0.606
757.6	-3.734	-3.370	729.6	+1.853	+1.664	701.6	-0.874	-0.709
757.2	-3.786	-3.434	729.2	+1.934	+1.774	701.2	-1.028	-0.831
756.8	-3.870	-3.522	728.8	+1.987	+1.872	700.8	-1.171	-0.946
756.4	-3.974	-3.633	728.4	+2.062	+1.968	700.4	-1.247	-1.011
756.0	-4.044	-3.734	728.0	+2.192	+2.104	700.0	-1.300	-1.075
755.6	-4.094	-3.805	727.6	+2.297	+2.288	699.6	-1.493	-1.197
755.2	-4.145	-3.861	727.2	+2.326	+2.345	699.2	-1.783	-1.448
754.8	-4.176	-3.890	726.8	+2.215	+2.209	698.8	-2.030	-1.677
754.4	-4.073	-3.992	726.4	+2.158	+2.126	698.4	-2.203	-1.847
754.0	-4.381	-4.111	726.0	+2.206	+2.179	698.0	-2.329	-1.976
753.6	-4.502	-4.154	725.6	+2.172	+2.120	697.6	-2.380	-2.016
753.2	-4.103	-4.062	725.2	+2.061	+1.969	697.2	-2.383	-2.027
752.8	-4.080	-3.836	724.8	+1.849	+1.703	696.8	-2.543	-2.166
752.4	-4.000	-3.695	724.4	+1.648	+1.464	696.4	-2.804	-2.418
752.0	-4.160	-3.857	724.0	+1.540	+1.358	696.0	-3.034	-2.648
751.6	-4.241	-3.961	723.6	+1.445	+1.292	695.6	-3.247	-2.878
751.2	-4.226	-3.949	723.2	+1.402	+1.274	695.2	-3.535	-3.103
750.8	-4.178	-3.891	722.8	+1.348	+1.221	694.8	-3.675	-3.288
750.4	-4.005	-3.734	722.4	+1.314	+1.174	694.4	-3.754	-3.388
750.0	-3.959	-3.648	722.0	+1.364	+1.193	694.0	-3.852	-3.495
749.6	-4.040	-3.754	721.6	+1.297	+1.149	693.6	-3.947	-3.593
749.2	-4.128	-3.834	721.2	+1.214	+1.070	693.2	-4.008	-3.688
748.8	-4.113	-3.804	720.8	+1.147	+1.031	692.8	-4.045	-3.741
748.4	-4.021	-3.740	720.4	+1.139	+1.051	692.4	-4.068	-3.767
748.0	-4.070	-3.746	720.0	+1.070	+1.053	692.0	-4.093	-3.781
747.6	-4.101	-3.793	719.6	+0.901	+0.890	691.6	-4.061	-3.732
747.2	-4.000	-3.666	719.2	+0.715	+0.710	691.2	-4.023	-3.698
746.8	-4.011	-3.693	718.8	+0.501	+0.600	690.8	-4.001	-3.724
746.4	-4.091	-3.757	718.4	+0.443	+0.543	690.4	-4.047	-3.726
746.0	-4.049	-3.733	718.0	+0.216	+0.362	690.0	-4.042	-3.782
745.6	-4.022	-3.696	717.6	+0.024	+0.196	689.6	-3.994	-3.692

ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Продолжение табл. 2

λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$
689.2	-3.790	-3.478	661.2	-2.406	-2.054	633.2	-5.179	-5.041
688.8	-3.713	-3.347	660.8	-2.455	-2.112	632.8	-5.175	-5.033
688.4	-3.720	-3.365	660.4	-2.443	-2.099	632.4	-5.153	-4.995
688.0	-3.753	-3.405	660.0	-2.410	-2.072	632.0	-5.126	-4.956
687.6	-3.708	-3.366	659.6	-2.392	-2.072	631.6	-5.062	-4.896
687.2	-3.499	-3.178	659.2	-2.449	-2.108	631.2	-5.001	-4.817
686.8	-3.434	-3.081	658.8	-2.518	-2.099	630.8	-4.944	-4.765
686.4	-3.468	-3.084	658.4	-2.547	-2.195	630.4	-4.838	-4.644
686.0	-3.393	-3.015	658.0	-2.596	-2.234	630.0	-4.702	-4.502
685.6	-3.279	-2.914	657.6	-2.655	-2.292	629.6	-4.514	-4.315
685.2	-3.236	-2.883	657.2	-2.683	-2.339	629.2	-4.343	-4.123
684.8	-3.261	-2.889	656.8	-2.728	-2.375	628.8	-4.201	-4.002
684.4	-3.162	-2.791	656.4	-2.699	-2.367	628.4	-4.040	-3.834
684.0	-3.042	-2.655	656.0	-2.762	-2.415	628.0	-3.811	-3.606
683.6	-3.006	-2.610	655.6	-2.868	-2.513	627.6	-3.552	-3.337
683.2	-2.955	-2.577	655.2	-2.946	-2.588	627.2	-3.342	-3.161
682.8	-2.792	-2.526	654.8	-3.001	-2.642	626.8	-3.141	-2.893
682.4	-2.963	-2.611	654.4	-3.097	-2.731	626.4	-2.951	-2.698
682.0	-3.209	-2.842	654.0	-3.197	-2.842	626.0	-2.727	-2.467
681.6	-3.572	-3.084	653.6	-3.310	-2.996	625.6	-2.441	-2.128
681.2	-3.620	-3.233	653.2	-3.401	-3.049	625.2	-2.159	-1.913
680.8	-3.660	-3.289	652.8	-3.594	-3.177	624.8	-1.921	-1.690
680.4	-3.746	-3.394	652.4	-3.557	-3.234	624.4	-1.655	-1.456
680.0	-3.919	-3.593	652.0	-3.562	-3.253	624.0	-1.325	-1.174
679.6	-4.267	-3.869	651.6	-3.542	-3.237	623.6	-1.020	-0.922
679.2	-4.480	-4.157	651.2	-3.513	-3.210	623.2	-0.757	-0.715
678.8	-4.708	-4.357	650.8	-3.503	-3.197	622.8	-0.522	-0.537
678.4	-4.838	-4.507	650.4	-3.535	-3.222	622.4	-0.305	-0.318
678.0	-4.848	-4.558	650.0	-3.612	-3.299	622.0	-0.107	-0.058
677.6	-4.828	-4.550	649.6	-3.678	-3.368	621.6	+0.075	+0.071
677.2	-4.785	-4.496	649.2	-3.685	-3.379	621.2	+0.182	+0.139
676.8	-4.672	-4.394	648.8	-3.716	-3.410	620.8	+0.227	+0.200
676.4	-4.563	-4.264	648.4	-3.830	-3.520	620.4	+0.335	+0.305
676.0	-4.458	-4.146	648.0	-3.987	-3.657	620.0	+0.455	+0.344
675.6	-4.281	-4.000	647.6	-4.072	-3.766	619.6	+0.516	+0.424
675.2	-4.086	-3.792	647.2	-4.109	-3.811	619.2	+0.519	+0.432
674.8	-3.856	-3.556	646.8	-4.079	-3.844	618.8	+0.461	+0.400
674.4	-3.712	-3.392	646.4	-4.046	-3.761	618.4	+0.355	+0.328
674.0	-3.641	-3.305	646.0	-4.048	-3.762	618.0	+0.198	+0.166
673.6	-3.497	-3.203	645.6	-4.078	-3.783	617.6	+0.011	-0.041
673.2	-3.337	-2.983	645.2	-4.061	-3.796	617.2	-0.224	-0.267
672.8	-3.182	-2.740	644.8	-4.042	-3.795	616.8	-0.385	-0.414
672.4	-3.090	-2.569	644.4	-4.011	-3.770	616.4	-0.416	-0.446
672.0	-2.825	-2.467	644.0	-3.961	-3.717	616.0	-0.467	-0.494
671.6	-2.555	-2.303	643.6	-3.889	-3.665	615.6	-0.548	-0.593
671.2	-2.509	-2.138	643.2	-3.842	-3.632	615.2	-0.585	-0.602
670.8	-2.385	-2.024	642.8	-3.799	-3.574	614.8	-0.620	-0.628
670.4	-2.264	-1.911	642.4	-3.810	-3.570	614.4	-0.739	-0.729
670.0	-2.127	-1.782	642.0	-3.882	-3.624	614.0	-0.912	-0.882
669.6	-1.978	-1.667	641.6	-3.941	-3.691	613.6	-1.091	-0.986
669.2	-1.903	-1.567	641.2	-4.023	-3.775	613.2	-1.378	-1.293
668.8	-1.834	-1.506	640.8	-4.174	-4.065	612.8	-1.626	-1.502
668.4	-1.795	-1.475	640.4	-4.305	-4.051	612.4	-1.884	-1.769
668.0	-1.694	-1.391	640.0	-4.362	-4.131	612.0	-2.058	-1.958
667.6	-1.659	-1.325	639.6	-4.419	-4.193	611.6	-2.295	-2.188
667.2	-1.656	-1.296	639.2	-4.427	-4.237	611.2	-2.512	-2.418
666.8	-1.613	-1.277	638.8	-4.557	-4.300	610.8	-2.851	-2.614
666.4	-1.625	-1.308	638.4	-4.599	-4.407	610.4	-2.978	-2.753
666.0	-1.682	-1.388	638.0	-4.689	-4.521	610.0	-3.081	-2.823
665.6	-1.805	-1.489	637.6	-4.713	-4.583	609.6	-3.129	-2.875
665.2	-1.951	-1.608	637.2	-4.720	-4.609	609.2	-3.150	-2.886
664.8	-1.985	-1.648	636.8	-4.773	-4.679	608.8	-3.184	-2.922
664.4	-2.013	-1.668	636.4	-4.852	-4.747	608.4	-3.282	-3.022
664.0	-2.061	-1.703	636.0	-4.923	-4.816	608.0	-3.507	-3.252
663.6	-2.072	-1.733	635.6	-4.970	-4.873	607.6	-3.704	-3.477
663.2	-2.060	-1.716	635.2	-5.032	-4.926	607.2	-3.889	-3.654
662.8	-2.079	-1.732	634.8	-5.091	-4.971	606.8	-4.098	-3.835
662.4	-2.146	-1.800	634.4	-5.108	-4.995	606.4	-4.331	-4.060
662.0	-2.249	-1.888	634.0	-5.136	-5.002	606.0	-4.569	-4.281
661.6	-2.340	-1.980	633.6	-5.179	-5.031	605.6	-4.745	-4.478

Продолжение табл. 2

λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$
605.2	-4.846	-4.542	577.2	-2.979	-2.800	549.2	-6.606	-6.160
604.8	-4.980	-4.666	576.8	-2.950	-2.740	548.8	-6.413	-5.915
604.4	-5.059	-4.744	576.4	-2.876	-2.664	548.4	-6.055	-5.661
604.0	-5.084	-4.768	576.0	-2.822	-2.616	548.0	-5.514	-5.473
603.6	-5.050	-4.734	575.6	-2.837	-2.622	547.6	-5.030	-4.843
603.2	-4.993	-4.682	575.2	-2.903	-2.683	547.2	-4.460	-4.356
602.8	-4.891	-4.594	574.8	-2.994	-2.764	546.8	-3.988	-3.887
602.4	-4.748	-4.450	574.4	-3.079	-2.857	546.4	-3.501	-3.417
602.0	-4.588	-4.183	574.0	-3.234	-2.972	546.0	-3.063	-2.945
601.6	-4.381	-4.108	573.6	-3.487	-3.101	545.6	-2.447	-2.489
601.2	-4.230	-3.957	573.2	-3.499	-3.262	545.2	-2.182	-2.122
600.8	-4.135	-3.865	572.8	-3.646	-3.403	544.8	-1.824	-1.821
600.4	-4.043	-3.787	572.4	-3.743	-3.494	544.4	-1.439	-1.485
600.0	-3.922	-3.669	572.0	-3.831	-3.570	544.0	-1.258	-1.314
599.6	-3.801	-3.542	571.6	-3.942	-3.661	543.6	-1.087	-1.118
599.2	-3.741	-3.461	571.2	-4.061	-3.766	543.2	-1.019	-1.072
598.8	-3.651	-3.396	570.8	-4.150	-3.866	542.8	-1.044	-1.092
598.4	-3.583	-3.342	570.4	-4.210	-3.918	542.4	-1.074	-1.121
598.0	-3.525	-3.265	570.0	-4.286	-3.990	542.0	-1.186	-1.223
597.6	-3.482	-3.237	569.6	-4.400	-4.100	541.6	-1.348	-1.367
597.2	-3.502	-3.251	569.2	-4.506	-4.199	541.2	-1.543	-1.532
596.8	-3.469	-3.225	568.8	-4.577	-4.255	540.8	-1.737	-1.710
596.4	-3.368	-3.114	568.4	-4.622	-4.301	540.4	-1.927	-1.867
596.0	-3.378	-3.110	568.0	-4.701	-4.366	540.0	-2.074	-2.025
595.6	-3.501	-3.224	567.6	-4.824	-4.482	539.6	-2.249	-2.181
595.2	-3.579	-3.327	567.2	-5.009	-4.638	539.2	-2.407	-2.330
594.8	-3.660	-3.398	566.8	-5.168	-4.777	538.8	-2.509	-2.417
594.4	-3.817	-3.567	566.4	-5.361	-4.932	538.4	-2.587	-2.497
594.0	-4.027	-3.749	566.0	-5.563	-5.183	538.0	-2.712	-2.590
593.6	-4.278	-3.917	565.6	-5.749	-5.252	537.6	-2.771	-2.877
593.2	-4.390	-4.071	565.2	-5.853	-5.372	537.2	-3.105	-2.992
592.8	-4.576	-4.225	564.8	-5.968	-5.495	536.8	-3.258	-3.159
592.4	-4.753	-4.404	564.4	-6.157	-5.601	536.4	-3.494	-3.379
592.0	-4.976	-4.575	564.0	-6.268	-5.693	536.0	-3.740	-3.695
591.6	-5.098	-4.790	563.6	-6.344	-5.766	535.6	-3.988	-3.855
591.2	-5.295	-4.888	563.2	-6.426	-5.865	535.2	-4.184	-4.025
590.8	-5.580	-5.057	562.8	-6.481	-5.880	534.8	-4.392	-4.180
590.4	-5.713	-5.248	562.4	-6.494	-5.907	534.4	-4.620	-4.399
590.0	-5.962	-5.474	562.0	-6.516	-5.925	534.0	-4.745	-4.492
589.6	-6.429	-5.713	561.6	-6.566	-5.950	533.6	-4.813	-4.610
589.2	-6.569	-5.856	561.2	-6.579	-5.989	533.2	-4.992	-4.731
588.8	-6.605	-5.958	560.8	-6.629	-6.016	532.8	-5.280	-4.921
588.4	-6.605	-5.998	560.4	-6.668	-6.003	532.4	-5.448	-5.094
588.0	-6.630	-6.023	560.0	-6.629	-5.991	532.0	-5.645	-5.288
587.6	-6.659	-6.049	559.6	-6.535	-5.963	531.6	-5.853	-5.478
587.2	-6.699	-6.062	559.2	-6.438	-5.885	531.2	-6.073	-5.664
586.8	-6.681	-6.052	558.8	-6.369	-5.783	530.8	-6.342	-5.864
586.4	-6.691	-6.053	558.4	-6.235	-5.768	530.4	-6.523	-6.013
586.0	-6.684	-6.042	558.0	-6.149	-5.722	530.0	-6.660	-6.100
585.6	-6.648	-5.989	557.6	-6.110	-5.671	529.6	-6.612	-6.115
585.2	-6.428	-5.924	557.2	-6.042	-5.611	529.2	-6.619	-6.205
584.8	-6.295	-5.837	556.8	-6.003	-5.573	528.8	-6.712	-6.272
584.4	-6.287	-5.750	556.4	-5.993	-5.554	528.4	-6.867	-6.373
584.0	-6.130	-5.609	556.0	-5.974	-5.539	528.0	-6.928	-6.322
583.6	-5.994	-5.519	555.6	-6.001	-5.588	527.6	-6.958	-6.358
583.2	-5.846	-5.392	555.2	-6.080	-5.643	527.2	-7.074	-6.440
582.8	-5.654	-5.137	554.8	-6.148	-5.710	526.8	-7.249	-6.457
582.4	-5.443	-5.068	554.4	-6.302	-5.819	526.4	-6.961	-6.303
582.0	-5.318	-4.881	554.0	-6.469	-5.930	526.0	-6.615	-6.142
581.6	-4.984	-4.697	553.6	-6.611	-6.068	525.6	-6.423	-6.009
581.2	-4.781	-4.518	553.2	-6.824	-6.207	525.2	-6.278	-5.904
580.8	-4.496	-4.274	552.8	-6.969	-6.287	524.8	-6.159	-5.748
580.4	-4.276	-4.016	552.4	-7.052	-6.353	524.4	-5.861	-5.643
580.0	-3.913	-3.758	552.0	-7.203	-6.434	524.0	-5.733	-5.441
579.6	-3.780	-3.541	551.6	-7.303	-6.485	523.6	-5.698	-5.380
579.2	-3.579	-3.358	551.2	-7.321	-6.499	523.2	-5.701	-5.361
578.8	-3.379	-3.160	550.8	-7.217	-6.455	522.8	-5.623	-5.285
578.4	-3.198	-2.979	550.4	-7.197	-6.455	522.4	-5.549	-5.180
578.0	-3.084	-2.865	550.0	-7.136	-6.388	522.0	-5.503	-5.199
577.6	-3.020	-2.810	549.6	-6.970	-6.308	521.6	-5.589	-5.248

ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Окончание табл. 2

λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$	λ , нм	$\ln k_{\nu}^U$	$\ln k_{\nu}^N$
521.2	-5.609	-5.303	493.6	-7.411	-6.673	466.0	-6.018	-6.151
520.8	-5.788	-5.386	493.2	-7.402	-6.666	465.6	-6.176	-6.286
520.4	-5.839	-5.453	492.8	-7.567	-6.753	465.2	-6.433	-6.445
520.0	-5.939	-5.543	492.4	-8.309	-6.869	464.8	-6.600	-6.549
519.6	-6.151	-5.680	492.0	-8.535	-6.935	464.4	-6.607	-6.574
519.2	-6.578	-5.900	491.6	-7.933	-6.821	464.0	-6.708	-6.598
518.8	-6.873	-6.166	491.2	-7.782	-6.749	463.6	-6.711	-6.623
518.4	-7.246	-6.305	490.8	-7.804	-6.776	463.2	-6.552	-6.562
518.0	-7.106	-6.366	490.4	-7.542	-6.716	462.8	-6.515	-6.548
517.6	-7.588	-6.540	490.0	-7.306	-6.687	462.4	-6.329	-6.505
517.2	-8.761	-6.888	489.6	-7.241	-6.629	462.0	-6.145	-6.370
516.8	-8.457	-6.856	489.2	-6.888	-5.453	461.6	-5.746	-6.066
516.4	-8.067	-6.772	488.8	-5.764	-5.076	461.2	-5.372	-5.797
516.0	-7.942	-6.759	488.4	-5.544	-4.525	460.8	-4.980	-5.452
515.6	-8.257	-6.825	488.0	-4.812	-4.916	460.4	-4.597	-5.004
515.2	-8.247	-6.820	487.6	-4.219	-4.359	460.0	-4.213	-4.577
514.8	-8.084	-6.762	487.2	-3.646	-4.166	459.6	-4.144	-4.461
514.4	-7.781	-6.662	486.8	-3.464	-3.572	459.2	-4.340	-4.641
514.0	-7.469	-6.502	486.4	-2.697	-2.863	458.8	-4.502	-4.827
513.6	-6.853	-6.222	486.0	-2.315	-2.456	458.4	-4.776	-5.128
513.2	-6.361	-5.912	485.6	-2.179	-2.316	458.0	-4.951	-5.378
512.8	-5.921	-5.589	485.2	-2.182	-2.293	457.6	-5.006	-5.451
512.4	-5.410	-4.983	484.8	-2.439	-2.486	457.2	-5.209	-5.603
512.0	-4.936	-4.756	484.4	-2.896	-3.003	456.8	-5.189	-5.662
511.6	-4.940	-4.423	484.0	-3.414	-3.518	456.4	-5.289	-5.729
511.2	-4.176	-4.124	483.6	-3.665	-3.775	456.0	-5.411	-5.818
510.8	-3.990	-3.996	483.2	-3.827	-3.929	455.6	-5.568	-5.908
510.4	-3.859	-3.763	482.8	-3.925	-4.027	455.2	-5.572	-5.939
510.0	-3.891	-3.781	482.4	-3.957	-4.062	454.8	-5.689	-5.905
509.6	-3.896	-3.817	482.0	-4.007	-4.115	454.4	-5.527	-5.986
509.2	-3.921	-3.837	481.6	-4.152	-4.226	454.0	-5.545	-6.022
508.8	-4.072	-3.964	481.2	-4.321	-4.362	453.6	-5.847	-6.247
508.4	-4.282	-4.138	480.8	-4.485	-4.529	453.2	-5.759	-6.269
508.0	-4.489	-4.308	480.4	-4.633	-4.787	452.8	-6.002	-6.434
507.6	-4.614	-4.432	480.0	-4.859	-4.837	452.4	-5.372	-6.331
507.2	-4.803	-4.605	479.6	-4.954	-5.014	452.0	-5.794	-6.363
506.8	-4.985	-4.736	479.2	-5.223	-5.239	451.6	-6.013	-6.461
506.4	-5.120	-4.874	478.8	-5.422	-5.410	451.2	-5.664	-6.282
506.0	-5.216	-4.983	478.4	-5.596	-5.561	450.8	-5.861	-6.448
505.6	-5.377	-5.090	478.0	-5.726	-5.684	450.4	-5.950	-6.598
505.2	-5.590	-5.246	477.6	-5.924	-5.839	450.0	-5.673	-6.554
504.8	-5.750	-5.380	477.2	-6.262	-6.058	449.6	-5.855	-6.665
504.4	-5.954	-5.501	476.8	-6.503	-6.190	449.2	-5.465	-6.564
504.0	-6.188	-5.626	476.4	-6.623	-6.220	448.8	-5.633	-6.529
503.6	-6.131	-5.667	476.0	-6.714	-6.290	448.4	-5.669	-6.518
503.2	-6.210	-5.762	475.6	-6.595	-6.288	448.0	-5.665	-6.511
502.8	-6.452	-5.908	475.2	-6.537	-6.306	447.6	-5.630	-6.512
502.4	-6.687	-6.058	474.8	-6.753	-6.427	447.2	-5.711	-6.632
502.0	-6.993	-6.210	474.4	-7.119	-6.589	446.8	-5.924	-6.843
501.6	-7.525	-6.327	474.0	-7.352	-6.731	446.4	-6.673	-7.251
501.2	-6.770	-6.378	473.6	-7.293	-6.805	446.0	-6.706	-7.315
500.8	-7.047	-6.376	473.2	-6.984	-6.741	445.6	-6.218	-6.962
500.4	-7.146	-6.467	472.8	-7.093	-6.676	445.2	-5.996	-6.882
500.0	-7.325	-6.540	472.4	-6.984	-6.677	444.8	-6.001	-6.819
499.6	-7.227	-6.558	472.0	-6.911	-6.730	444.4	-5.511	-6.365
499.2	-7.242	-6.587	471.6	-6.992	-6.781	444.0	-5.376	-6.255
498.8	-7.539	-6.738	471.2	-7.294	-6.903	443.6	-5.101	-5.970
498.4	-8.104	-6.885	470.8	-7.443	-6.950	443.2	-4.866	-5.636
498.0	-8.116	-6.864	470.4	-7.307	-6.878	442.8	-4.366	-5.099
497.6	-7.936	-6.821	470.0	-7.402	-6.842	442.4	-3.812	-4.535
497.2	-8.035	-6.835	469.6	-7.152	-6.828	442.0	-3.465	-4.119
496.8	-8.056	-6.832	469.2	-7.280	-6.845	441.6	-3.187	-3.783
496.4	-7.946	-6.838	468.8	-7.337	-6.767	441.2	-3.060	-3.627
496.0	-7.791	-6.806	468.4	-6.966	-6.733	440.8	-3.199	-3.704
495.6	-7.573	-6.755	468.0	-6.818	-6.555	440.4	-3.490	-4.026
495.2	-7.347	-6.634	467.6	-6.532	-6.526	440.0	-4.060	-4.714
494.8	-6.988	-6.530	467.2	-6.463	-6.482	439.6	-5.228	-5.739
494.4	-7.111	-6.591	466.8	-6.440	-6.420	439.2	-5.627	-7.329
494.0	-7.317	-6.646	466.4	-6.156	-6.264	438.8	-6.066	-6.802

$$\ln\gamma(p) = -9.111 + 1.119\Delta\ln p \quad (\ln p_0 = -0.751) \quad (14)$$

для Урана,

$$\ln\gamma(p) = -8.637 + 1.066\Delta\ln p \quad (\ln p_0 = -1.019) \quad (15)$$

для Нептуна. Для более крупных частиц имеем

$$\ln\gamma(p) = -7.298 - 2.676\Delta\ln p \quad \text{для } \ln p \leq 1.077, \quad (16)$$

$$\ln\gamma(p) = -7.298 + 1.053\Delta\ln p \quad \text{для } \ln p \geq 1.077 \quad (\ln p_0 = 1.077) \quad (17)$$

для Урана и

$$\ln\gamma(p) = -6.357 - 2.597\Delta\ln p \quad \text{для } \ln p \leq 1.370, \quad (18)$$

$$\ln\gamma(p) = -6.357 + 1.314\Delta\ln p \quad \text{для } \ln p \geq 1.370 \quad (\ln p_0 = 1.370) \quad (19)$$

для Нептуна. Необходимо отметить, что рассчитанные по выражениям (14)—(19) относительные концентрации метана характеризуют их усредненные значения на луче зрения, а не конкретные величины на данной глубине.

Поскольку значения $\ln\tau_s$ зависят не только от глубины в атмосфере, на которой формируется диффузно отраженное излучение, но и длины волны, то определению значений монохроматических коэффициентов поглощения метана предшествовал расчет зависимостей $\ln\tau_s(NL)$, пересчитанных на случай $x_1 = 0$, для длин волн, на которые приходятся центры полос поглощения метана, а также $\lambda = 940$ нм. По этим данным для различных $\ln NL$ в соответствующих интервалах длин волн определялись значения параметра n выражения (5), с помощью которых наблюдаемые $\ln\tau_s$ пересчитывались на длины волн центров полос поглощения. Входя с исправленными значениями $\ln\tau_s$ в графические зависимости $\ln\tau_s(NL)$ для каждой длины волны, мы находили величины $\ln NL$, а по выражению (1) — $\ln k_v$, которые и приведены в табл. 2.

Наблюдаемый в табл. 1 разброс значений $\ln k_v$, особенно большой в непрерывном спектре, обусловлен рядом причин:

1) погрешности измерений: так, при погрешности в 1 % в случае $A_g = 0.6$ имеем $\Delta\ln k_v \approx 0.15$;

2) погрешности определения поглощения в непрерывном спектре, особенно в тех случаях, когда оно сравнимо с величиной поглощения метаном;

3) неопределенность вертикального распределения аэрозоля в нижних слоях атмосферы и принятого размера частиц;

4) пока практически полностью неисследованным источником погрешности является неучет неизотермичности атмосферы при исправлении за эффекты комбинационного рассеяния [4]. Именно для учета неизотермичности атмосфер были оценены приведенные в табл. 1 уровни формирования диффузно отраженного излучения, в том числе и в УФ-области спектра. На основе этих данных по разработанной в работе [4] методике можно рассчитать более точные значения параметров D и A (выражения (2) и (3)). Это позволит более точно оценить параметры b и τ_c/τ_s , находить их спектральные зависимости, а следовательно, и коэффициенты интерполяционных выражений спектральной зависимости $b(\lambda)$ и $(\tau_c/\tau_s)_\lambda$.

Итак, результаты настоящей работы подтвердили увеличение относительной концентрации метана с глубиной в атмосферах Урана и Нептуна, позволили записать аналитические выражения для этого изменения, а также переопределить значения монохроматических коэффициентов поглощения метана с учетом реальных температурных режимов их атмосфер. В

то же время само значение γ не претендует на высокую достоверность. Это может быть обусловлено рядом причин (неопределенностью в выборе модели размера частиц, возможной погрешностью поправки $\Delta \ln k_v$, и рассчитанных значений эффективных глубин). Так, в работе [7] было показано, что погрешность рассчитанных значений τ может достигать 100 %.

1. *Мороженко А. В.* Комбинационное рассеяние в атмосферах планет-гигантов и оптические свойства атмосферного аэрозоля // Кинематика и физика небес. тел.—1997.—6, № 4.—С. 22—33.
2. *Мороженко А. В.* Переопределение значений мономатических коэффициентов поглощения метана с учетом тепловых режимов планет-гигантов. I. Полоса поглощения на $\lambda = 619$ нм // Кинематика и физика небес. тел.—2002.—18, № 4.—С. 376—384.
3. *Мороженко А. В.* Переопределение мономатических коэффициентов поглощения метана с учетом тепловых режимов планет-гигантов. II. Юпитер // Кинематика и физика небес. тел.—2003.—3 19, № 6.—С. 483— 500.
4. *Мороженко А. В., Костогрыз Н. М.* Особенности формирования деталей комбинационного рассеяния в неизотермической атмосфере // Кинематика и физика небес. тел.—2005.—21, № 2.—С. 114—120.
5. *Мороженко О. В.* Методи і результати дистанційного зондування планетних атмосфер. Киев: Наук. думка, 2004.—647 с.
6. *Яновицкий Э. Г., Думанский З. О.* Таблицы по рассеянию света полидисперсной системой сферических частиц. — Киев: Наук. думка, 1972.—123 с.
7. *Яновицкий Э. Г., Овсак А. С.* Эффективная оптическая глубина формирования линий поглощения в полубесконечной планетной атмосфере // Кинематика и физика небес. тел.—1997.—13, № 4.—С. 3—12.
8. *Cochran W. D., Trafton L. M.* Raman scattering in the atmospheres of the major planets // *Astrophys. J.*—1978.—219, N 1.—P. 756—762.
9. *Giver L. P.* Intensity measurements of the CH₄ bands in the region of 4350 to 10600 \AA // *J. Quant. Spectrosc. and Radiat. Transfer.*—1978.—19, N 2.—P. 311—322.
10. *Karkoshka E.* Spectrophotometry of the Jovian planets and Titan at 300 to 1000-nm wavelength: The methane spectrum // *Icarus.*—1994.—111, N 2.—P. 174—192.
11. *Lindal G. F.* The atmosphere of Neptune: An analysis of radio occultation data acquired with Voyager 2 // *Astron. J.*—1992.—103.—N 3.—P. 967—982.

Поступила в редакцию 15.10.05