

Международный союз электросвязи

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R P.835-6
(12/2017)

Эталонные стандартные атмосферы

Серия Р
Распространение радиоволн



Международный
союз
электросвязи

Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2018 г.

© ITU 2018

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R P.835-6*

Эталонные стандартные атмосферы

(Вопрос МСЭ-R 201/3)

(1992-1994-1997-1999-2005-2012-2017)

Сфера применения

В Рекомендации МСЭ-R P.835 приводятся выражения и данные для эталонных стандартных атмосфер, требуемые для расчета ослабления в атмосферных газах на трассах Земля-космос.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

а) что имеется необходимость в эталонной стандартной атмосфере, которую можно было бы использовать при расчетах ослабления в атмосферных газах на трассе Земля-космос,

рекомендует,

1 чтобы в тех случаях, когда более надежные, полученные на месте данные отсутствуют, при определении зависимости температуры, давления и давления паров воды от высоты, необходимой для расчета ослабления в атмосферных газах, использовалась стандартная атмосфера, описанная в Приложении 1;

2 чтобы при анализе сезонных и месячных вариаций в рассматриваемых местах использовались экспериментальные данные, представленные в Приложениях 2 и 3.

Приложение 1**1 Среднегодовая глобальная стандартная атмосфера**

Описываемая ниже среднегодовая глобальная эталонная атмосфера отражает среднегодовые профили температуры и давления в зависимости от высоты, усредненные по всему земному шару.

1.1 Температура и давление

Среднегодовая глобальная эталонная атмосфера приближается к Стандартной атмосфере США, 1976 год с незначительной относительной погрешностью. Профили атмосферной температуры и атмосферного давления определяются в двух шкалах высоты¹: 1) геопотенциальная высота от 0 км' до 84 852 км'; и 2) геометрическая высота от 86 км до 100 км. Взаимный перевод геопотенциальной высоты h' (км) и геометрической высоты h (км) определяется по формулам:

$$h' = \frac{6356,766h}{6356,766+h} \quad (1a)$$

и

* В 2020 году 3-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла поправки редакционного характера в настоящую Рекомендацию в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

¹ км' – это единицы измерения геопотенциальной высоты, а км – единицы измерения геометрической высоты.

$$h = \frac{6356,766h'}{6356,766-h'}, \quad (1b)$$

где значение геопотенциальной высоты, равное 84 852 км', соответствует 86 км геометрической высоты. Поскольку в различных Рекомендациях серии Р (например, в Приложении 1 к Рекомендации МСЭ-R P.676) используется геометрическая высота, температуру и давление на геометрической высоте $h \leq 86$ км можно рассчитать путем преобразования геометрической высоты h в соответствующую геопотенциальную высоту h' и вычисления температуры и давления на соответствующей геопотенциальной высоте h' .

Для первой шкалы высоты температура T (К) на геопотенциальной высоте h' (км') составляет:

$$T(h') = 288,15 - 6,5h' \quad \text{для } 0 \leq h' \leq 11; \quad (2a)$$

$$T(h') = 216,65 \quad \text{для } 11 < h' \leq 20; \quad (2b)$$

$$T(h') = 216,65 + (h' - 20) \quad \text{для } 20 < h' \leq 32; \quad (2c)$$

$$T(h') = 228,65 + 2,8(h' - 32) \quad \text{для } 32 < h' \leq 47; \quad (2d)$$

$$T(h') = 270,65 \quad \text{для } 47 < h' \leq 51; \quad (2e)$$

$$T(h') = 270,65 - 2,8(h' - 51) \quad \text{для } 51 < h' \leq 71; \quad (2f)$$

$$T(h') = 214,65 - 2,0(h' - 71) \quad \text{для } 71 < h' \leq 84,852; \quad (2g)$$

и давление P (гПа) на геопотенциальной высоте h' (км') составляет:

$$P(h') = 1013,25 \left[\frac{288,15}{288,15 - 6,5h'} \right]^{-34,1632/6,5} \quad \text{для } 0 \leq h' \leq 11 \quad (3a)$$

$$P(h') = 226,3226 \exp[-34,1632(h' - 11)/216,65] \quad \text{для } 11 < h' \leq 20; \quad (3b)$$

$$P(h') = 54,74980 \left[\frac{216,65}{216,65 + (h' - 20)} \right]^{34,1632} \quad \text{для } 20 < h' \leq 32; \quad (3c)$$

$$P(h') = 8,680422 \left[\frac{228,65}{228,65 + 2,8(h' - 32)} \right]^{34,1632/2,8} \quad \text{для } 32 < h' \leq 47; \quad (3d)$$

$$P(h') = 1,109106 \exp[-34,1632(h' - 47)/270,65] \quad \text{для } 47 < h' \leq 51; \quad (3e)$$

$$P(h') = 0,6694167 \left[\frac{270,65}{270,65 - 2,8(h' - 51)} \right]^{-34,1632/2,8} \quad \text{для } 51 < h' \leq 71; \quad (3f)$$

$$P(h') = 0,03956649 \left[\frac{214,65}{214,65 - 2,0(h' - 71)} \right]^{-34,1632/2,0} \quad \text{для } 71 < h' \leq 84,852. \quad (3g)$$

Для второй шкалы высоты температура T (К) на геометрической высоте h (км) составляет:

$$T(h) = 186,8673 \quad \text{для } 86 \leq h \leq 91; \quad (4a)$$

$$T(h) = 263,1905 - 76,3232 \left[1 - \left(\frac{h-91}{19,9429} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{для } 91 < h \leq 100; \quad (4b)$$

и давление P (гПа) на геометрической высоте h (км) составляет

$$P(h) = \exp(a_0 + a_1h + a_2h^2 + a_3h^3 + a_4h^4) \quad \text{для } 86 \leq h \leq 100, \quad (5)$$

где

$$a_0 = 95,571899;$$

$$a_1 = -4,011801;$$

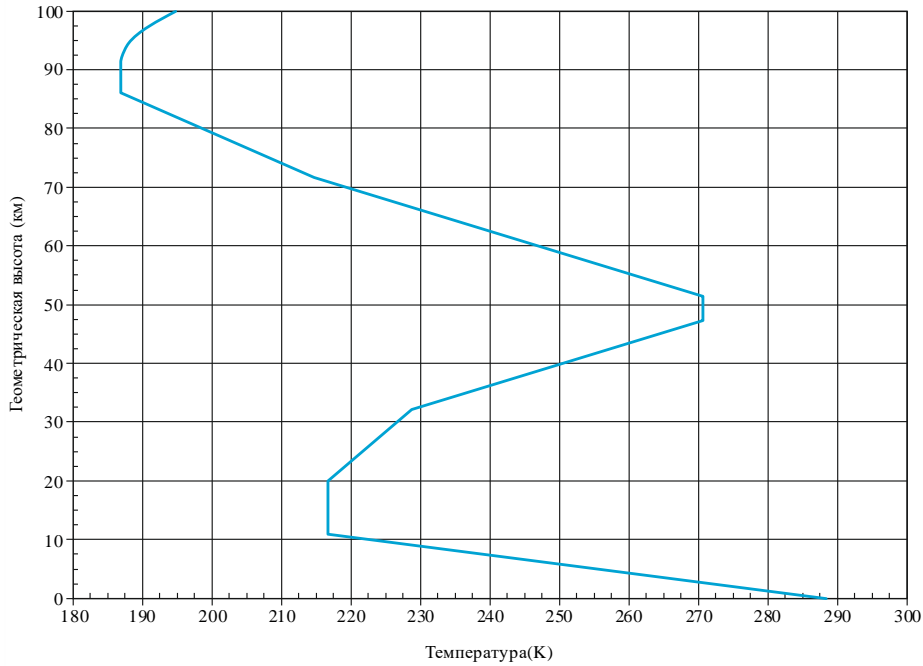
$$a_2 = 6,424731 \times 10^{-2};$$

$$a_3 = -4,789660 \times 10^{-4};$$

$$a_4 = 1,340543 \times 10^{-6}.$$

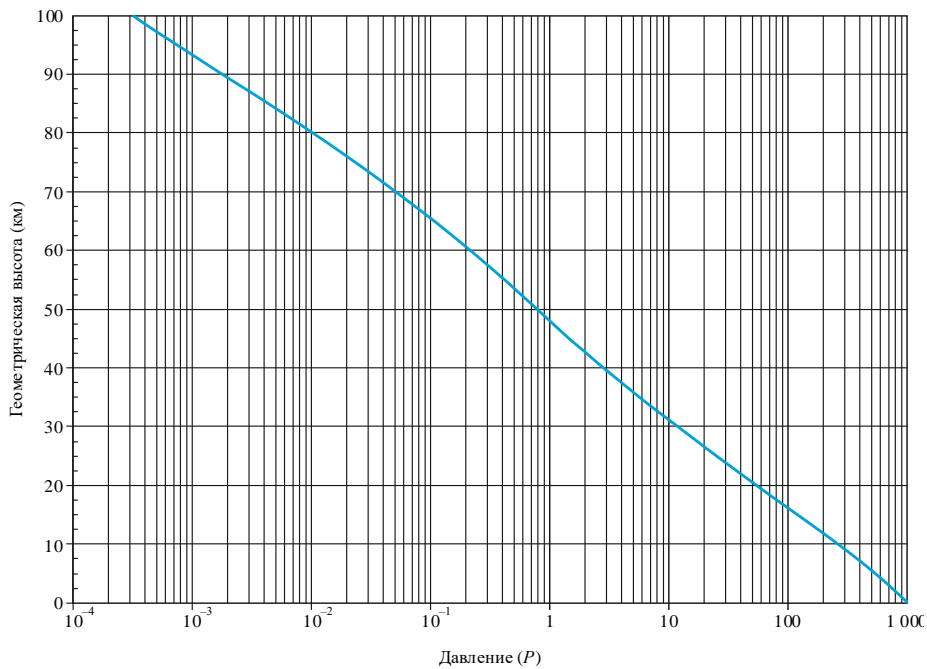
Для сведения, температура и давление в зависимости от геометрической высоты представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

РИСУНОК 1
Температура в зависимости от геометрической высоты



P.0835-01

РИСУНОК 2
Давление в зависимости от геометрической высоты



P.0835-02

1.2 Давление водяного пара

Распределение давления водяного пара в атмосфере, как правило, крайне изменчиво, однако его можно аппроксимировать уравнением

$$\rho(h) = \rho_0 \exp(-h/h_0) \quad \text{г/м}^3, \quad (6)$$

где приведенная высота $h_0 = 2$ км, а стандартное значение плотности водяных паров на уровне Земли

$$\rho_0 = 7,5 \quad \text{г/м}^3. \quad (7)$$

Давление пара определяется по величине плотности с помощью уравнения (см. Рекомендацию МСЭ-R P.453)

$$e(h) = \frac{\rho(h) T(h)}{216,7} \quad \text{гПа.} \quad (8)$$

Плотность водяных паров уменьшается по экспоненциальному закону при увеличении высоты вплоть до высоты, на которой коэффициент смешения $e(h)/P(h) = 2 \times 10^{-6}$. Выше коэффициент смешения считается постоянной величиной.

1.3 Сухая атмосфера для расчета ослабления

Профиль плотности атмосферных газов, отличных от паров воды (сухая атмосфера), можно найти по профилям температуры и давления, приведенным выше, в пункте 1.1.

Для расчета ослабления профиль плотности можно аппроксимировать экспоненциальным профилем, соответствующим уравнению (6), положив

$$h_0 = 6 \text{ км.} \quad (9)$$

2 Годовая эталонная атмосфера на низких широтах

Для низких широт (менее 22°) сезонные вариации не играют существенной роли, а потому можно использовать постоянный годовой профиль.

Температура T (К) на высоте h (км) определяется как:

$$\begin{aligned} T(h) &= 300,4222 - 6,3533h + 0,005886h^2 && \text{для } 0 \leq h < 17; \\ T(h) &= 194 + (h - 17)2,533 && \text{для } 17 \leq h < 47; \\ T(h) &= 270 && \text{для } 47 \leq h < 52; \\ T(h) &= 270 - (h - 52)3,0714 && \text{для } 52 \leq h < 80; \\ T(h) &= 184 && \text{для } 80 \leq h \leq 100, \end{aligned}$$

тогда как давление P (гПа) равно:

$$\begin{aligned} P(h) &= 1012,0306 - 109,0338h + 3,6316h^2 && \text{для } 0 \leq h \leq 10; \\ P(h) &= P_{10} \exp[-0,147 (h - 10)] && \text{для } 10 < h \leq 72; \\ P(h) &= P_{72} \exp[-0,165 (h - 72)] && \text{для } 72 < h \leq 100, \end{aligned}$$

где P_{10} и P_{72} – давление на высоте 10 и 72 км соответственно.

Для паров воды (г/м³):

$$\begin{aligned} \rho(h) &= 19,6542 \exp[-0,2313h - 0,1122h^2 + 0,01351h^3 - \\ &\quad - 0,0005923h^4] && \text{для } 0 \leq h \leq 15; \\ \rho(h) &= 0 && \text{для } h > 15. \end{aligned}$$

3 Эталонная атмосфера на средних широтах

На средних широтах (между 22° и 45°) зимой и летом можно использовать следующие профили.

3.1 Лето, средние широты

Температура T (К) на высоте h (км) определяется как:

$$\begin{aligned} T(h) &= 294,9838 - 5,2159h - 0,07109h^2 && \text{для } 0 \leq h < 13; \\ T(h) &= 215,15 && \text{для } 13 \leq h < 17; \end{aligned}$$

$$T(h) = 215,15 \exp[(h - 17)0,008128] \quad \text{для } 17 \leq h < 47;$$

$$T(h) = 275 \quad \text{для } 47 \leq h < 53;$$

$$T(h) = 275 + \{1 - \exp[(h - 53)0,06]\}20 \quad \text{для } 53 \leq h < 80;$$

$$T(h) = 175 \quad \text{для } 80 \leq h \leq 100,$$

тогда как давление P (гПа) равно:

$$P(h) = 1012,8186 - 111,5569h + 3,8646h^2 \quad \text{для } 0 \leq h \leq 10;$$

$$P(h) = P_{10} \exp[-0,147(h - 10)] \quad \text{для } 10 < h \leq 72;$$

$$P(h) = P_{72} \exp[-0,165(h - 72)] \quad \text{для } 72 < h \leq 100,$$

где P_{10} и P_{72} – давление на высоте 10 и 72 км соответственно.

Для паров воды (г/м³):

$$\rho(h) = 14,3542 \exp[-0,4174h - 0,02290h^2 + 0,001007h^3] \quad \text{для } 0 \leq h \leq 15;$$

$$\rho(h) = 0 \quad \text{для } h > 15.$$

3.2 Зима, средние широты

Температура T (К) на высоте h (км) определяется как:

$$T(h) = 272,7241 - 3,6217h - 0,1759h^2 \quad \text{для } 0 \leq h < 10;$$

$$T(h) = 218 \quad \text{для } 10 \leq h < 33;$$

$$T(h) = 218 + (h - 33)3,3571 \quad \text{для } 33 \leq h < 47;$$

$$T(h) = 265 \quad \text{для } 47 \leq h < 53;$$

$$T(h) = 265 - (h - 53)2,0370 \quad \text{для } 53 \leq h < 80;$$

$$T(h) = 210 \quad \text{для } 80 \leq h \leq 100,$$

тогда как давление P (гПа) равно:

$$P(h) = 1018,8627 - 124,2954h + 4,8307h^2 \quad \text{для } 0 \leq h \leq 10;$$

$$P(h) = P_{10} \exp[-0,147(h - 10)] \quad \text{для } 10 < h \leq 72;$$

$$P(h) = P_{72} \exp[-0,155(h - 72)] \quad \text{для } 72 < h \leq 100,$$

где P_{10} и P_{72} – давление на высоте 10 и 72 км соответственно.

Для паров воды (г/м³):

$$\rho(h) = 3,4742 \exp[-0,2697h - 0,03604h^2 + 0,0004489h^3] \quad \text{для } 0 \leq h \leq 10;$$

$$\rho(h) = 0 \quad \text{для } h > 10.$$

4 Эталонная атмосфера на высоких широтах

На высоких широтах (выше 45°) зимой и летом можно использовать следующие профили.

4.1 Лето, высокие широты

Температура T (К) на высоте h (км) определяется как:

$$\begin{aligned} T(h) &= 286,8374 - 4,7805h - 0,1402h^2 && \text{для } 0 \leq h < 10; \\ T(h) &= 225 && \text{для } 10 \leq h < 23; \\ T(h) &= 225 \exp[(h - 23)0,008317] && \text{для } 23 \leq h < 48; \\ T(h) &= 277 && \text{для } 48 \leq h < 53; \\ T(h) &= 277 - (h - 53) 4,0769 && \text{для } 53 \leq h < 79; \\ T(h) &= 171 && \text{для } 79 \leq h \leq 100, \end{aligned}$$

тогда как давление P (гПа) равно:

$$\begin{aligned} P(h) &= 1008,0278 - 113,2494h + 3,9408h^2 && \text{для } 0 \leq h \leq 10; \\ P(h) &= P_{10} \exp[-0,140(h - 10)] && \text{для } 10 < h \leq 72; \\ P(h) &= P_{72} \exp[-0,165(h - 72)] && \text{для } 72 < h \leq 100, \end{aligned}$$

где P_{10} и P_{72} – давление на высоте 10 и 72 км соответственно.

Для паров воды (г/м^3):

$$\begin{aligned} \rho(h) &= 8,988 \exp[-0,3614h - 0,005402h^2 - \\ &\quad - 0,001955h^3] && \text{для } 0 \leq h \leq 15; \\ \rho(h) &= 0 && \text{для } h > 15. \end{aligned}$$

4.2 Зима, высокие широты

Температура T (К) на высоте h (км) определяется как:

$$\begin{aligned} T(h) &= 257,4345 + 2,3474h - 1,5479h^2 + 0,08473h^3 && \text{для } 0 \leq h < 8,5; \\ T(h) &= 217,5 && \text{для } 8,5 \leq h < 30; \\ T(h) &= 217,5 + (h - 30)2,125 && \text{для } 30 \leq h < 50; \\ T(h) &= 260 && \text{для } 50 \leq h < 54; \\ T(h) &= 260 - (h - 54)1,667 && \text{для } 54 \leq h \leq 100, \end{aligned}$$

тогда как давление P (гПа) равно:

$$\begin{aligned} P(h) &= 1010,8828 - 122,2411h + 4,554h^2 && \text{для } 0 \leq h \leq 10; \\ P(h) &= P_{10} \exp[-0,147(h - 10)] && \text{для } 10 < h \leq 72; \\ P(h) &= P_{72} \exp[-0,150(h - 72)] && \text{для } 72 < h \leq 100, \end{aligned}$$

где P_{10} и P_{72} – давление на высоте 10 и 72 км соответственно.

Для паров воды (г/м^3):

$$\begin{aligned} \rho(h) &= 1,2319 \exp[0,07481h - 0,0981h^2 + 0,00281h^3] && \text{для } 0 \leq h \leq 10; \\ \rho(h) &= 0 && \text{для } h > 10. \end{aligned}$$

Приложение 2

1 Экспериментальные данные о вертикальных атмосферных профилях

Усредненные за месяц вертикальные профили температуры, давления и относительной влажности были рассчитаны для 353 мест земного шара по результатам радиозондирования за 10-летний период (1980–1989 годы). Файл с этими данными (DST.STD) хранится в БР/МСЭ и содержит среднемесячные вертикальные профили давления, температуры и относительной влажности как для 00.00 UTC, так и для 12.00 UTC. Эти профили, полученные в условиях отсутствия дождя, охватывают диапазон высот от 0 до 16 км с шагом 500 м. Среднемесячные профили содержатся в файлах ASCII под названием *<WMO_code>.dat*, где *WMO_code* – это кодовое название места согласно Всемирной метеорологической организации (например: 03496.dat, 03496 – это код станции ВМО для Хемсби в Норфолке). Пример одного из профилей приведен в таблице 2. Перечень местоположений содержится в файле ASCII (в формате файла данных с разделителями–запятыми, CSV) под названием *dst_std_lst.csv*. Каждая запись этого файла содержит следующее поле: WMO_CODE, название станции, страна, широта, долгота, высота над уровнем моря. Пример такой записи приведен в таблице 3.

Выше максимальной высоты профили можно получить путем экстраполяции, используя эталонные профили, приведенные в Приложении 1. Для перевода относительной влажности в абсолютные значения плотности паров воды используются формулы, приведенные в Рекомендации МСЭ-R P.453.

ТАБЛИЦА 2

**Формат данных DST.STD – пример среднемесячного профиля
(станция 10410)**

YYMMDDHH NL			
99 199 0 33			
Press (гПа)	Z (км)	Temp (К)	RH (%/100)
1 016,905	0,00	273,62	0,864E+00
956,686	0,50	273,33	0,830E+00
898,555	1,00	271,74	0,754E+00
844,014	1,50	269,59	0,665E+00
791,860	2,00	267,15	0,591E+00
742,661	2,50	264,56	0,518E+00
696,285	3,00	261,89	0,470E+00
651,977	3,50	258,94	0,458E+00
610,086	4,00	255,88	0,448E+00
570,467	4,50	252,69	0,445E+00
533,076	5,00	249,33	0,451E+00
497,767	5,50	245,90	0,453E+00
464,123	6,00	242,32	0,450E+00
432,441	6,50	238,75	0,450E+00
402,414	7,00	235,16	0,443E+00
374,177	7,50	231,59	0,437E+00
347,236	8,00	228,12	0,433E+00
322,281	8,50	224,88	0,427E+00

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

YYMMDDHH NL			
99 199 0 33			
Press (гПа)	Z (км)	Press (гПа)	Z (км)
298,474	9,00	221,89	0,421E+00
276,492	9,50	219,27	0,416E+00
255,527	10,00	217,08	0,411E+00
236,297	10,50	215,62	0,402E+00
218,415	11,00	214,79	0,393E+00
201,366	11,50	214,14	0,348E+00
186,214	12,00	214,02	0,205E+00
172,093	12,50	214,24	0,104E+00
158,709	13,00	214,66	0,368E-01
146,492	13,50	214,94	0,351E-02
135,813	14,00	214,88	0,120E-02
125,690	14,50	214,50	0,117E-02
116,027	15,00	214,01	0,113E-02
106,798	15,50	213,56	0,110E-02
98,291	16,00	213,26	0,107E-02

Пояснения к таблице 2

YY – год (99 для среднемесячных профилей);

MM – месяц (1 – январь, 2 – февраль, ...);

DD – день месяца (99 для среднемесячных профилей);

HH – час суток (UTC);

NL – фиксированное число уровней вертикального профиля (NL = 33 для STD.DST);

Press (гПа) – полное атмосферное давление;

Z (км) – высота над поверхностью Земли;

Temp (K) – температура воздуха;

RH (%/100) – относительная влажность (в виде дроби).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Значения уровней Temp и Press можно установить в нуль, если нет записи.

ТАБЛИЦА 3

Информационный файл станции DST_STD_LST.CSV – пример структуры записи

Код ВМО	Название станции	Страна	Широта (градусы)	Долгота (градусы)	Высота над уровне моря (м)
10 410	ESSEN	DL	51,4	6,967	153

ПРИМЕЧАНИЕ. – Значения широты и долготы даны в десятичных градусах (то есть 51,4 = 51°24').

Приложение 3

1 Числовые данные о вертикальных атмосферных профилях для прогнозирования погоды

Усредненные за месяц и отнесенные к определенному часу суток вертикальные профили температуры, давления и плотности водяных паров были рассчитаны с использованием массива данных ECMWF, собранных за 15-летний период (ERA15) по проекту повторного анализа. Этот массив данных содержит среднемесячные вертикальные профили полного атмосферного давления, температуры воздуха и плотности водяных паров на 00:00, 06:00, 12:00 и 18:00 UTC на 32 уровнях высоты от эталонной высоты, расположенной вокруг локальной поверхности Земли, до примерно 30 км над поверхностью Земли. Эти данные имеют долготу от 0° до 360° и широту от +90° до -90° с разрешением 1,5° как по широте, так и по долготе. Все данные хранятся в файлах при использовании единого стандарта точности IEEE с плавающей точкой (4 байта, 32 бита) в формате с обратным порядком байтов.

Этот массив данных и связанные с ним файлы Matlab для получения доступа к данным являются неотъемлемой частью настоящей Рекомендации и доступны в дополнительном файле R-REC-P.835-6-201712-I!!ZIP-E. Среднемесячные профили каждого метеорологического параметра содержатся в двоичных файлах *<param>_<hh>.bin*, где *param* – это название метеорологического параметра (**pres** – полное атмосферное давление (гПа), **temp** – температура воздуха (К), **vapd** – плотность водяных паров (г/м³) и *hh* – это часы суток (то есть 00, 06, 12 и 18 (UTC)). Значения соответствующих высот для уровней профиля содержатся в двоичном файле **hght.bin**. Пример профиля для 45° с. ш. и 9° в. д. в июле месяце в 12.00 UTC приведен в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4

Пример профиля

Z (м)	Press (гПа)	Temp (К)	Vapd (г/м ³)
665,488	939,255	298,373	9,823
698,823	935,673	298,125	9,617
816,585	923,092	296,598	9,302
1 026,379	900,957	294,292	8,811
1 309,298	871,693	291,459	8,099
1 650,689	837,298	288,287	6,992
2 039,463	799,373	285,107	5,706
2 467,391	759,191	282,116	4,555
2 928,467	717,723	279,045	3,641
3 418,375	675,691	275,934	2,692
3 934,342	633,633	272,913	1,855
4 474,659	591,936	269,707	1,286
5 038,169	550,876	266,183	0,911
5 624,303	510,656	262,354	0,636
6 232,944	471,427	258,213	0,428
6 864,291	433,307	253,687	0,277
7 518,708	396,390	248,780	0,173
8 196,752	360,767	243,521	0,103
8 898,985	326,527	237,971	0,058
9 626,211	293,764	232,319	0,034

ТАБЛИЦА 4 (окончание)

Z (м)	Press (гПа)	Temp (К)	Vapd (г/м³)
10 380,050	262,580	226,984	0,019
11 164,590	233,064	222,845	0,009
11 988,097	205,263	220,483	0,003
12 861,558	179,195	219,279	0,001
13 796,578	154,827	218,154	0,001
14 809,705	132,043	217,057	0,001
15 931,961	110,604	216,026	0,000
17 225,900	90,110	215,674	0,000
18 818,316	70,037	216,262	0,000
20 961,771	50,038	219,300	0,000
24 267,900	30,039	223,166	0,000
31 427,936	10,320	232,854	0,000

Пояснения к таблице 4

Z (м) – высота над уровнем моря;

Press (гПа) – полное атмосферное давление;

Temp (К) – температура воздуха;

Vapd (г/м³) – плотность водяных паров.
