

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА УФ-ИНДЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Центральная аэрологическая обсерватория, г. Долгопрудный

УФ-индекс характеризует уровень солнечной УФ-радиации, приходящей на горизонтальную площадку земной поверхности и введен для удобства информирования населения [4]. Всемирная метеорологическая организация рекомендует давать прогноз максимального значения УФИ на следующий день с учетом облачности.

В ФГБУ «ЦАО» разработан новый усовершенствованный метод расчета УФ-индекса с целью повышения точности оценки и прогноза УФ-индекса в теплое время года и снижения количества пропусков его опасных уровней.

Опасным явлением считается значение УФ-индекса 5.5 и более. Дополнительно к предикторам, которые использовались в старом методе: общее содержание озона (ОСО), количество общей облачности (КОО) и степень покрытия снегом поверхности земли, в новый метод вошли еще два параметра: количество нижней облачности (КНО) и высота станции над уровнем моря. Прошедшие в летний период 2017 года авторские испытания нового метода, представленного в [2], позволили усовершенствовать метод, скорректировав его в части зависимости от ОСО.

В основе усовершенствованного метода расчета УФ-индекса лежит эмпирическое соотношение, позволяющее оценивать УФ-индекс (UVI_M) для не высокогорных территорий (высоты ниже 600 м над уровнем моря) при углах Солнца над горизонтом до 70° :

$$UVI_M = 36.28(1 + 0.16H^2)(1 + 0.18r)A(b, l)B(V)(1 - 0.0007(X - 240)) / X^{0.991}, \quad (1)$$

где UVI_M – модельное значение УФ индекса; H – высота станции над уровнем моря, км; V – угол Солнца над горизонтом, град.; X – общее содержание озона, ед. Д.; b – количество общей облачности, балл; l – количество нижней облачности, балл; r – доля поверхности земли, покрытая снегом;

$$A(b,l) = (82.2 + 3.398 \cdot b - 3.6615 \cdot b^2 + 1.35084 \cdot b^3 - 0.26675 \cdot b^4 + 0.0254699 \cdot b^5 - 0.000947 \cdot b^6) \cdot (1-F) + (82.2 + 0.983 \cdot b - 0.9408 \cdot b^2 + 0.19847 \cdot b^3 - 0.012871 \cdot b^4) \cdot F, \quad (2)$$

$$F(b,l) = 1 + 3.044 \cdot s - 13.1195 \cdot s^2 + 18.75302 \cdot s^3 - 9.697014 \cdot s^4 - 0.0001 \cdot s \cdot (1-s) \cdot b^4, \quad (3)$$

$$s = l / (b + 0.0001), \quad (4)$$

$$B(V) = 0.0049 + 0.0664 \cdot \sin V - 2.2779 \cdot \sin^2 V + 19.178 \cdot \sin^3 V - 49.608 \cdot \sin^4 V + 55.847 \cdot \sin^5 V - 22.185 \cdot \sin^6 V. \quad (5)$$

В отличие от метода [3], ранее утвержденного Центральной методической комиссией по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП) Росгидромета (решение от 26.10.10 г.) и представленного в Методическом кабинете сайта Гидрометцентра России [1], составление суточного прогноза УФ-индекса по усовершенствованному методу (расчета по приведенным выше формулам) требует знания не позже утра прогнозируемого дня прогнозируемых значений четырех параметров: r , b , l , X и рассчитанного угла Солнца над горизонтом V .

Хотя УФ-индекс не обязательно будет достигать своего суточного максимума в момент максимальной высоты Солнца, при испытаниях метода расчет и прогноз проводились именно для этого времени суток, так как к нему привязаны измерения УФ-индекса на станциях озонометрической сети.

Испытания усовершенствованного метода расчета проведены по результатам измерений УФ-индекса озонометрами М-124 на 11 станциях озонометрической сети с 1 апреля по 30 сентября 2018 года. Телеграммы с озонометрических станций содержат также необходимые для расчета УФ-индекса синхронные результаты измерений общего содержания озона, количества общей облачности и информацию о снежном покрове. Данными о количестве нижней облачности для расчета служили результаты ее измерений на ближайшей метеорологической станции в ближайший по времени срок.

Прогноз общего содержания озона выполнялся на основе методов, утвержденных (ЦМКП Росгидромета):

- суточного прогноза общего содержания озона на территории РФ (автор – Н.С. Иванова, ФГБУ «ЦАО»), решение ЦМКП от 26 октября 2010 г.;

- краткосрочного прогноза общего содержания озона (ФГБУ «Гидрометцентр России», авторы – Л.Б. Ананьев, М.И. Нахаев, И.Н. Кузнецова), решение ЦМКП Росгидромета от 14 декабря 2011 года.

Для прогнозирования метеопараметров использовались прогностические данные глобальной численной модели NCEP (National Centers for Environmental Prediction, <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/>) на сетке $1 \times 1^\circ$.

Проведено сравнение нового методического прогноза со старым, а также с климатическим и инерционным прогнозами. Сравнение показало преимущество нового разработанного метода расчета.

Проведенные независимые испытания нового метода расчета УФ-индекса показали его работоспособность на всей территории страны и перспективность использования для прогнозирования УФ индекса. Результаты, полученные с помощью нового метода, хорошо согласуются с экспериментальными данными и подтверждают его преимущество по сравнению с более ранним методом. Предложенный усовершенствованный метод позволяет оценивать и прогнозировать УФ-индекс даже в тех районах, где отсутствуют измерители УФ-радиации.

Результаты испытания разработанного метода расчета УФ-индекса по измеренным значениям ОСО, КОО и КНО указывают на возможность повышения качества прогноза УФ-индекса, предложенным методом без какой-либо его доработки в случае улучшения прогноза ОСО, и особенно улучшения прогноза КОО и КНО.

Усовершенствованный метод расчета УФ-индекса на территории России решением ЦМКП Росгидромета от 18 апреля 2019 г. рекомендован к внедрению в ФГБУ "Гидрометцентр России" в качестве основного взамен действующего «Метод суточного прогноза общего содержания озона и УФ-индекса на территории РФ».

- 112 -

Список литературы

1. Иванова Н.С. Методы прогноза общего содержания озона и УФ индекса. – 2010. – <http://method.meteorf.ru/methods/pollut/uv/uv.html>.
2. *Иванова Н.С.* Эмпирическая модель расчета ультрафиолетового индекса // Труды Гидрометцентра России. – 2017. – Вып. 365. – С. 119–127.
3. *Крученицкий Г.М., Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Кузнецова И.Н.* Содержание озона над Россией и прилегающими территориями в третьем квартале 2000 г. // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 11. – С. 113–120.
4. World Meteorological Organization (WMO). Report of WMO-WHO meeting of experts on standardization of UV indices and their dissemination to the public. Technical Report 127. WMO/Global Atmosphere Watch. 1998.