

Поиск оптимальных предикторов для прогноза возникновения гололеда на основе модели WRF-ARW

Finding of optimal predictors for the forecast of ice based on the WRF-ARW model

Пищальникова Е.В., Калинин Н.А., Свиязов Е.М., Быков А.В.

Pischalnikova E.V., Kalinin N.A., Sviyazov E.M., Bykov A.V.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

Введение

При прогнозе гололеда обычно используют данные о распределении температуры и влажности воздуха с высотой в пограничном слое атмосферы, наличии температурных инверсий, высотах их нижней и верхней границ, мощности и перепада температуры. При использовании результатов счета гидродинамических моделей в большинстве случаев такую информацию получить не удастся. Поля метеорологических величин представлены лишь их значениями у поверхности земли и на стандартных изобарических поверхностях, поэтому необходимо использовать дополнительные данные, например, о количестве осадков разных видов (замерзающих, в виде снега и т.д.), выдаваемых моделями.

Настройки модели WRF-ARW

Использовалась гидродинамическая мезомасштабная модель WRF-ARW версии 4.2.2. Расчет выполняется на 51 вертикальном уровне, период моделирования составляет 27 ч от 12 ч ВСВ, временной шаг вывода данных – 1 ч, шаг интегрирования по времени – адаптивный, пространственное разрешение модели – 7 км (550×400 точек), модель рельефа – USGS DEM (30 s) 2017. Схемы параметризации подсеточных процессов следующие: конвекция – KIAPS SAS; микрофизика облачности – схема Томпсона; коротковолновая и длинноволновая радиация – Схема GFDL; приземный слой – Схема Монины-Обухова с вязким подслоем Карлсона-Боланда и стандартными функциями подобия; подстилающая поверхность и почва – схема NOAH; пограничный слой – Схема Меллора-Ямады-Янича.

Данные исследования

По результатам счета модели поля метеорологических величин представлены лишь их значениями у поверхности земли и на стандартных изобарических поверхностях, что является недостаточным для прогноза гололеда, поэтому необходимо использовать дополнительные данные, например, о количестве осадков разных видов (замерзающих, в виде снега и т.д.), выдаваемых моделью. Подбор значимых параметров, необходимых для прогноза возникновения гололеда, был выполнен на результатах счета WRF-ARW за период с 30.10.2019 г. по 31.03.2020 г. Первые 12 часов счета модели не учитывались в выборке получаемых значений, так как в это время происходила адаптации численной модели к реальным условиям. Было рассмотрено 27 сроков модели: с 12 ч расчетных суток до 14 ч следующих, всего получилось 64638 прогностических сроков. При этом фактически гололед за исследуемый период по данным 21 метеостанции Пермского края отмечался 201 раз.

Параметры модели WRF-ARW для прогноза возникновения гололеда

№	Обозначение	Название
1	frain_acc_amax_buff	Максимальное количество накопленных замерзающих осадков в пределах буфера
2	frain_acc_p	Количество накопленных замерзающих осадков на метеостанции
3	frain_amax_buff	Максимальное количество замерзающих осадков в пределах буфера за 1 ч
4	frain_p	Количество замерзающих осадков за 1 ч на метеостанции
5	hgt_700_p	Высота изобарической поверхности 700 гПа
6	prec_amax_buff	Максимальное количество осадков за 1 ч на метеостанции
7	prec_conv_acc_amax_buff	Максимальное количество накопленных конвективных осадков в пределах буфера
8	prec_conv_acc_p	Количество накопленных конвективных осадков на метеостанции
9	prec_nonconv_amax_buff	Максимальное количество неконвективных осадков в пределах буфера за 1 ч
10	prec_snow_amax_buff	Максимальное количество осадков в виде снега в пределах буфера за 1 ч
11	rh_2m_amax_buff	Максимальное значение относительной влажности на высоте 2 м в пределах буфера за 1 ч
12	rh_850_p	Относительная влажность на изобарической поверхности 850 гПа
13	rh_925_p	Относительная влажность на изобарической поверхности 925 гПа
14	t_2m_p	Температура на высоте 2 м на метеостанции
15	tmp_700_p	Температура на изобарической поверхности 700 гПа
16	u_10m_amax_buff	Максимальная скорость ветра в пределах буфера
17	u_10m_p	Скорость ветра на высоте 10 м на метеостанции

Таблица сопряженности прогнозов возникновения гололеда в Пермском крае

Факт	Прогноз		Σ
	Гололед	Без гололеда	
Гололед	154	47	201
Без гололеда	19979	44458	64437
Σ	20133	44505	64638

Результаты

Оправдываемость прогноза возникновения гололеда составила 69%.

Предупрежденность факта наличия гололеда – 77%

Критерий Пирса-Обухова равен 0,46, что является недостаточным для методического прогноза.

Выводы

- Низкие критерии оправдываемости обусловлены;
- Перекосом выборки, количество случаев с гололедом составляет 0,3% от всех случаев наблюдений;
- Погрешность расчета моделью полей метеорологических величин;
- Отсутствие данных о распределении метеорологических величин в пограничном слое атмосферы.

Литература

1. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. РД 52.27.724 - 2019. Москва, ФГБУ «Гидрометцентр России», 2019. 72 с.
2. Пищальникова Е.В, Калинин Н.А., Шихов А.Н., Быков А.В. Численный прогноз сильных осадков в холодный период года на территории Пермского края // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2018. № 367. С. 135–145.
3. Пищальникова Е.В., Акилов Е.В. Влияние циклонической деятельности на формирование осадков холодного периода на Среднем Урале // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2018. Вып. 4. С. 434–440.
4. Смородин Б.Л., Калинин Н.А., Давыдов Д.В. Моделирование процесса изменения температуры капель при выпадении замерзающих осадков // Метеорология и гидрология. 2014. № 9. С. 34–40.
5. Ice rains in the Middle Urals N.A. Kalinin et al 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 611 012038.
6. Thompson G., Rasmussen R.M, Manning K. Explicit forecasts of winter precipitation using an improved bulk microphysics scheme. Part I // Phys. Sci. 2004. P. 74–86.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 19-45-590021).