

УДК 551.509.52(575.2)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРОГНОЗА УСИЛЕНИЯ ВЕТРА В КЫРГЫЗСТАНЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИНОПТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

Э.К. Исаев, Кенжебек у. К., М.А. Каримов

Проанализированы процессы усиления силы ветров на территории Кыргызстана, как опасного метеорологического явления, которое является неотъемлемой частью изменения климата. Рассмотрено усиление ветра, и повторяемость комбинаций синоптических процессов по градациям от 15 м/сек до 25 и 25 м/сек и более. Предложена программа для расчета количества случаев сильных ветров в зависимости от синоптической ситуации по областям Кыргызстана. Приведены результаты анализа особенностей усиления ветров для каждой области страны и временная изменчивость случаев сильного ветра, где наблюдается увеличение частоты сильных ветров. Дан прогноз возникновения сильных ветров в Кыргызстане.

Ключевые слова: сильный ветер; синоптическая ситуация; прогноз; орография; опасное явление; Кыргызстан.

СИНОПТИКАЛЫК КЫРДААЛГА ЖАРАША КЫРГЫЗСТАНДА ШАМАЛДЫН КҮЧӨШҮН БОЖОМЛДООНУН СТАТИСТИКАЛЫК ЫКМАСЫ

Э.К. Исаев, Кенжебек у. К., М.А. Каримов

Макалада Кыргызстандын аймагында шамалдын күчөө процесстери талданат, анткени катуу шамал кооптуу метеорологиялык кубулуш жана климаттын өзгөрмөлүүлүгүнүн ажырагыс бөлүгү болуп эсептелет. Градациялар боюнча шамалдын көбөйүшү жана синоптикалык процесстердин айкалышынын жыштыгы 15 м/с ден 25 м/с чейин, 25 м/с жана андан жогору деп эсептелет. Кыргызстандын аймактарындагы синоптикалык кырдаалга жараша катуу шамал болгон учурлардын санын эсептөө программасы сунушталат. Макалада Кыргызстандын ар бир региону үчүн шамалдын күчөшүнүн өзгөчөлүктөрүнө жана катуу шамалдын жыштыгынын жогорулашы байкалган катуу шамалдын убактылуу өзгөрмөлүүлүгүнө талдоо жүргүзүлгөн. Кыргызстандагы катуу шамалдардын келип чыгышын болжолдоо келтирилген.

Түйүндүү сөздөр: катуу шамал; синоптикалык кырдаал; болжолдоо; орография; коркунучтуу көрүнүш; Кыргызстан.

A STATISTICAL APPROACH FOR WIND INTENSIFICATION FORECASTING IN KYRGYZSTAN DEPENDING ON SYNOPTIC SITUATIONS

E.K. Isaev, Kenzhebek uulu K., M.A. Karimov

The article analyzes the processes of increased wind on the territory of Kyrgyzstan, as strong wind, being a dangerous meteorological phenomenon and an integral part of climate variability, often damages Kyrgyzstan. The increase in wind and the frequency of the combinations of synoptic processes in gradations from 15 m/s to 25 m/s, 25 m/s and more are considered. On the basis of these data, a technical implementation is proposed in the form of a program to calculate the number of cases of strong winds depending on the synoptic situation in the regions of Kyrgyzstan. The article provides an analysis of the features of wind intensification for each region of Kyrgyzstan and the temporary variability of strong winds, where an increase in the frequency of strong winds is observed. In the conclusion, conclusions and recommendations on the forecast of strong winds in Kyrgyzstan are given.

Keywords: strong wind; synoptic situation; forecast; orography; dangerous phenomenon; Kyrgyzstan.

С изменением климата меняется и общая циркуляция воздуха в атмосфере, что сопровождается появлением различных синоптических процессов. Могут наблюдаться экстремальные явления погоды в некоторых частях земли. Например, сильные ветры. Сильный ветер, будучи опасным метеорологическим явлением и неотъемлемой частью изменчивости климата, часто наносит значительный ущерб многим странам, в том числе и Кыргызстану.

В перечне неблагоприятных погодных явлений Агентства по гидрометеорологии сильный ветер – это более 15 м/сек, и как опасное погодное явление – 25 м/сек и более [1]. В Кыргызстане частота появления сильных ветров увеличивается (рисунок 1).

Гистограмма повторяемости сильных ветров, приведенная на рисунке 1, была построена на основе анализа данных метеорологических станций Агентства по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (далее Кыргызгидромет).

На данный момент при прогнозе ветра в Кыргызгидромете используются выходные продукты модели WRF [2], которые рассчитываются в Агентстве, а также продукты моделей ECMWF [3] и COSMO [4].

При подготовке прогноза сильных ветров в Кыргызгидромете используется продукция адаптированной модели WRF [5], на основе которой определяются оптимальные параметры физических процессов с учетом модифицированной параметризации пограничного слоя атмосферы [6]. Но поскольку разрешение сетки этой модели составляет всего 5 км, этого недостаточно для описания подсеточных процессов – усиления ветра на территории со сложной орографией.

Поэтому была поставлена задача проведения исследований для разработки системы, которая будет учитывать синоптическую ситуацию, и послужит дополнительным инструментом для синоптиков при проведении анализа и составления прогнозов возникновения сильных ветров в Кыргызстане.

Цель данной работы – исследование синоптических процессов при возникновении сильных ветров в Кыргызстане. В исследовании использовались данные метеорологических наблюдений синоптических процессов с 2007 по 2020 г. Была проведена статистическая оценка определения типа распределения, проверка на стационарность и однородность, проверка на значимость полученных статистических показателей (все показатели значимы при уровне значимости 5 %).

В Кыргызгидромете имеется список синоптических процессов и их шифров (таблица 1). По шифровым комбинациям определяли синоптические ситуации и дни, когда наблюдались сильные ветра. По этим дням была подсчитана повторяемость синоптических ситуаций для порывов ветра (V_{gust}) (рисунки 2 и 3) и среднего ($V_{average}$) (рисунки 4 и 5), а также определялись значения по градациям от 15 до 25 м/сек и более.

Были определены 139 комбинаций синоптических процессов порывов ветра, а для среднего значения ветра – 102 комбинации.

Анализ графиков повторяемости комбинаций синоптических процессов (рисунки 2–5) позволяет сделать вывод, что в основном сильные ветра наблюдаются при Западном вторжении (шифр 10), малоградиентном поле пониженного давления (шифр 12а), Северо-Западном вторжении, предфронтальном положении (шифр 5/13а).

По повторяемости среднего значения ветра для градации $25 \text{ м/сек} < V_{average}$ (рисунок 5) только для Нарынской области наблюдалось 33 %, где преобладают сильные ветра при Юго-Западной периферии антициклона.

Для удобства использования синоптиками Кыргызгидромета и автоматизации последующих расчетов, была разработана программа на языке Питон (рисунок 6). В диалоговое окно вводится текущая синоптическая ситуация или комбинация синоптических процессов и месяц. После расчетов на карте Кыргызстана для каждой области появляется количество случаев сильных ветров по градациям: синий цвет для $15 \text{ м/сек} < V$ и красный для $25 \text{ м/сек} < V$.

Повторяемость была заменена на количество случаев для удобства анализа при подготовке прогнозов.

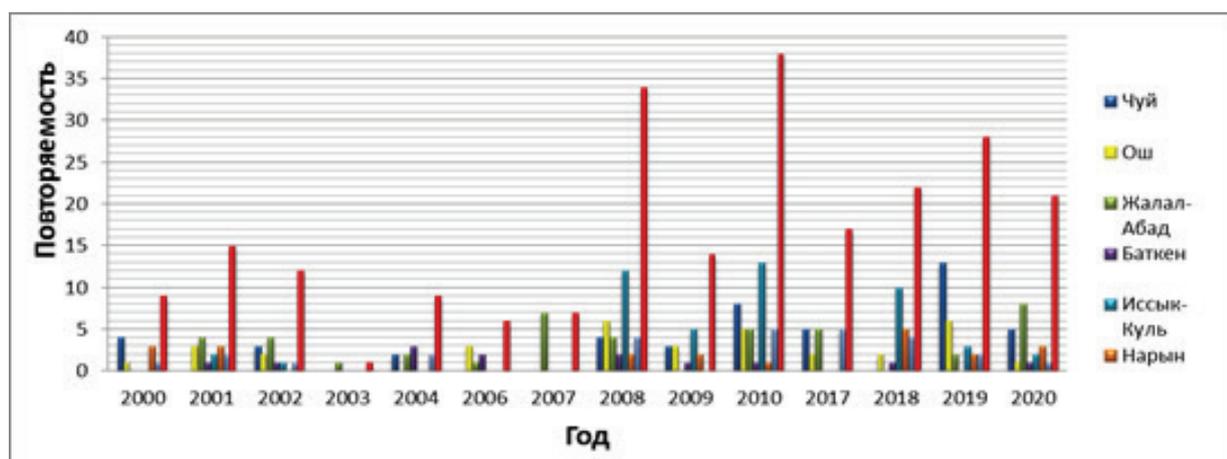


Рисунок 1 – Число случаев с сильным ветром по областям Кыргызстана за 2000–2020 гг.

Таблица 1 – Шифры синоптических прогнозов

Шифр синоптического процесса	Тип синоптического процесса
1	Южно-Каспийский циклон
2	Мургабский циклон
3	Верхне-Амударьинский циклон
4	Широкий вынос теплого воздуха
5	Северо-Западное вторжение
6	Северное холодное вторжение
7	Волновая деятельность
8	Малоподвижный циклон над Средней Азией
9	Юго-Западная периферия антициклона
9а	Юго-восточная периферия антициклона
9б	Южная периферия
10	Западное вторжение
11	Летняя термическая депрессия
12	Малогradientное поле повышенного давления
12а	Малогradientное поле пониженного давления
13	Теплый сектор
13а	Предфронтальное положение
14	Западный циклон
15	Ныряющий циклон
16	Циклон над Средней Азией, Циклон над Казахстаном

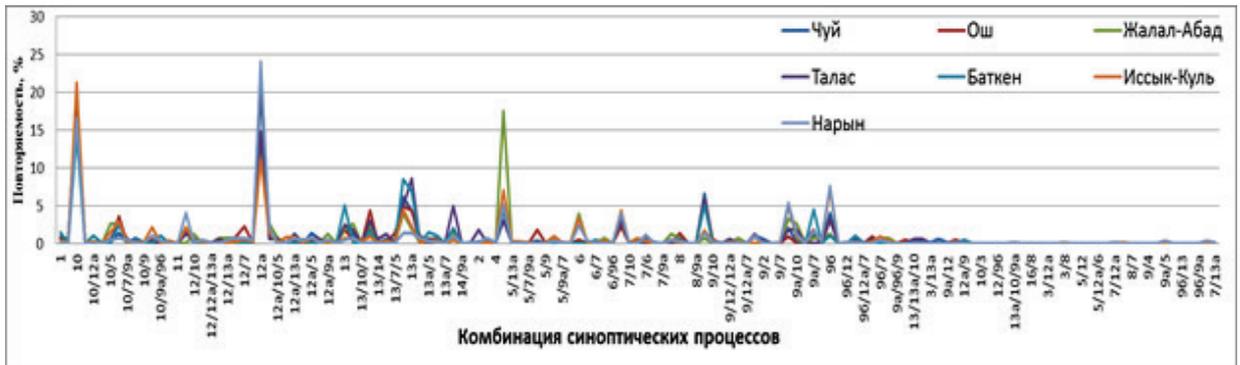


Рисунок 2 – Повторяемость порывов ветра для градации 15 м/сек V_{gust} <math>< 25</math> м/сек

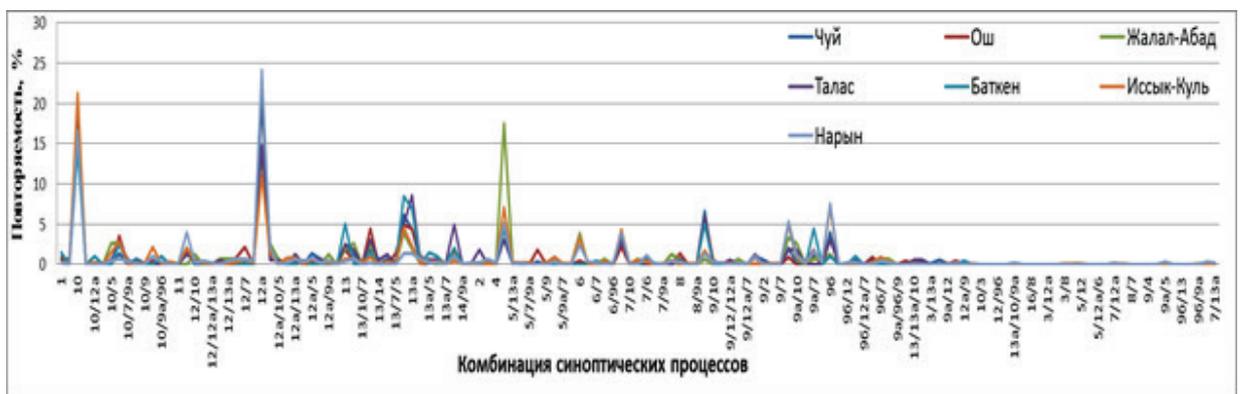


Рисунок 3 – Повторяемость порывов ветра для градации 25 м/сек V_{gust} <math>< 30</math> м/сек

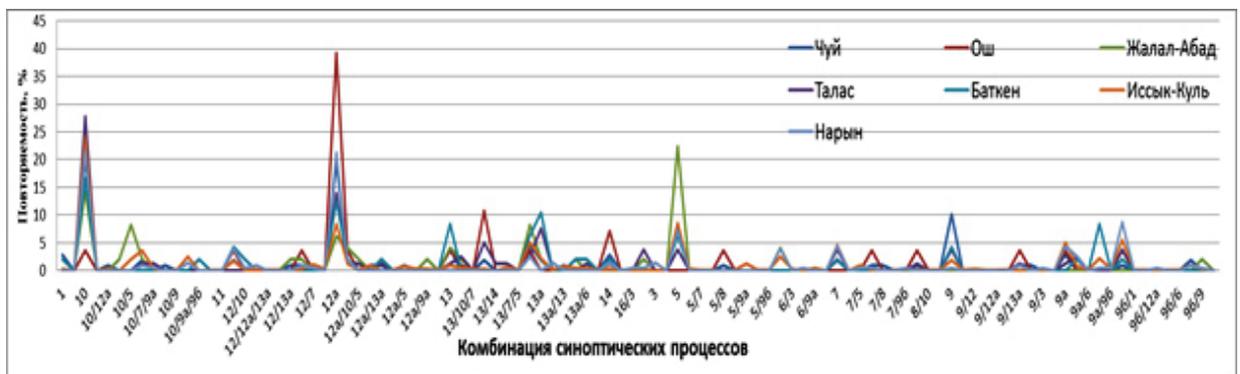


Рисунок 4 – Повторяемость среднего значения ветра для градации 15 м/сек $V_{average}$ <math>< 25</math> м/сек

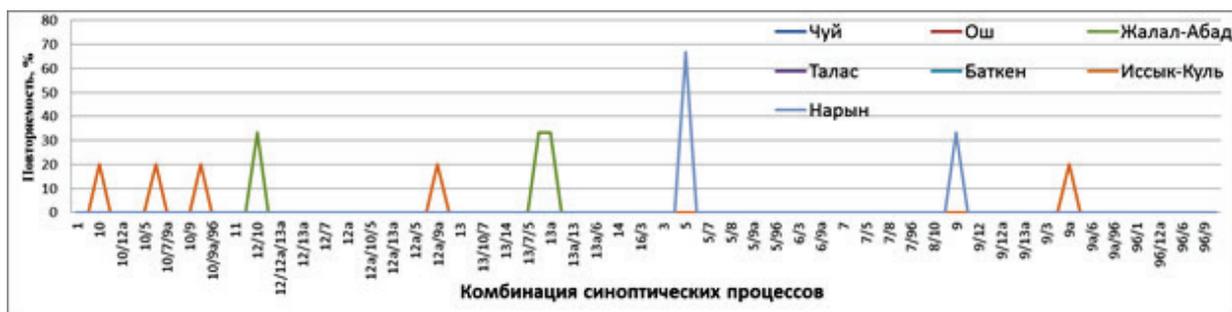


Рисунок 5 – Повторяемость среднего значения ветра для градации $25 \text{ м/сек} < V_{\text{average}}$

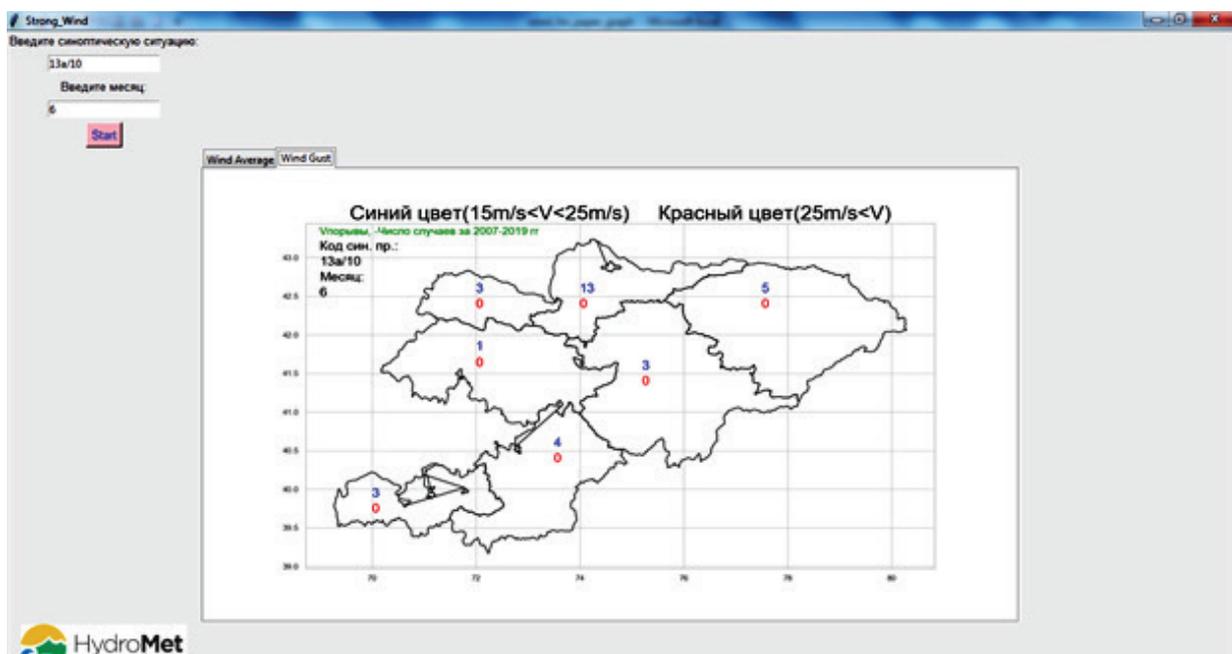


Рисунок 6 – Программа для расчета количества случаев сильных ветров в зависимости от синоптической ситуации по областям Кыргызстана

Выводы. Проанализированы синоптические процессы во время усиления ветра по областям Кыргызстана. Установлено, что для каждой области имеются свои характерные синоптические ситуации возникновения сильных ветров.

Просчитана повторяемость комбинаций синоптических процессов по градациям. На основе этих данных создана программа для расчета количества случаев сильных ветров в зависимости от синоптической ситуации по областям Кыргызстана.

Результаты исследования переданы в оперативный отдел метеорологических прогнозов Кыргызгидромета, где проходит их апробация. В дальнейшем планируется продолжить исследования по изучению методов прогноза усиления ветра на территории со сложной орографией путем использования технологий машинного обучения.

Литература

1. Инструкция гидрометеорологическим станциям и постам по информации о неблагоприятных гидрометеорологических явлениях // Документы: Агентство по гидрометеорологии при МЧС КР. 2013. URL: <http://www.meteo.kg/document> (дата обращения: 16.11.2020).
2. WRF Source Codes // WRF user: Boulder. Colorado, 2013. URL: http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_source.html (дата обращения: 16.11.2020).
3. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts // ECMWF: Reading. United Kingdom. URL: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/charts> (дата обращения: 16.11.2020).
4. General Description: General Description of the COSMO-Model // COSMO-Model: URL: <http://www.cosmo-model.org/content/model/general/default.htm#:~:text=The%20COSMO%2DModel%20is%20a,%CE%B2%20and%20meso%2D%CE%B3%20scale> (дата обращения: 16.11.2020).
5. *Isaev E.K.* Evaluation of parametrizations of physical processes in hydrodynamic model on the quality of atmospheric processes forecast in areas with complex relief / E.K. Isaev, S.V. Mostamandi, O.G. Aniskina // Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University. Iss. 40. Saint-Petersburg: Gidrometizdat, 2015. Pp. 30–41.
6. *Isaev E.K.* Investigation of sensitivity of the hydrodynamic modeling in an area with difficult terrain to the parameters of the planetary boundary layer / E.K. Isaev, O.G. Aniskina, S.V. Mostamandi // Works of Voeikov Main Geophysical Observatory. 2017. Vol. 584. Saint-Petersburg: TrudyGGO. P. 123–142.