

**СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
И КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ НА ТЕРРИТОРИИ
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА**

Лебедева М.Г.¹, Соловьев А.Б.¹, Крымская О.В.¹

*¹ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия
E-mail: solovev@bsu.edu.ru*

По данным метеостанций Росгидромета уточнены региональные проявления опасных гидрометеорологических явлений и степени их интенсивности на территории региона. Выявлены временные тренды проявлений пространственных гидрометеорологических явлений в различных административных единицах Белгородской области.

Собран и исследован массив суточных данных приземных метеорологических наблюдений за 1990–2021 гг. – периода, когда произошли наиболее значимые изменения в условиях атмосферной циркуляции и изменились некоторые климатические характеристики в регионе. Результаты были сопоставлены с аналогичными расчётами, определёнными для многолетней климатической «нормы–80», то есть периода 1890–1980 гг. по стандартам Всемирной Метеорологической организации. По рассчитанному индексу климатической уязвимости определены районы Белгородской области с разной степенью деградации полезащитных лесополос, вызванных изменениями погодно-климатических условий и их экстремальных проявлений за период 1990–2021 гг.

Проанализирован собранный фактографический материал об опасных гидрометеорологических явлениях за период 1990–2021 гг. в пределах изучаемой территории Среднерусской возвышенности.

Проанализировано пространственно-временное распределение среднего числа дней за год с опасными погодными явлениями по данным наблюдений гидрометеорологических станций, расположенных на территории Белгородской области, за 50-летний период (1970–2021 гг.), определена средняя, минимальная и максимальная непрерывная продолжительность явлений.

Выявлена территориальная специфичность распространения опасных гидрометеорологических явлений и их экстремальных проявлений в регионе.

Наибольшее распространение в современной климатологии получило понятие «индекса уязвимости» (Vulnerabilityindex), отражающего сочетание (с взвешиванием или без) нескольких показателей, которые указывают на потенциальный ущерб, который климатические изменения могут нанести определённому сектору экономики.

Основным критерием уязвимости территории с точки зрения метеорологических параметров является экстремальность основных значений: суточной температуры воздуха, суточного количества осадков, максимальной скорости ветра (Young et al, 2011).

Формула для расчета показателя климатической уязвимости выглядит следующим образом:

$$V_i = \frac{T_{\min}}{T_{\min.cp}} * F_1 + \frac{T_{\max}}{T_{\max.cp}} * F_2 + \frac{P_{\max}}{P_{cз}} * F_3 + \frac{V_{\max}}{V_{cp}} * F_4 \quad (1)$$

где T_{\min} , T_{\max} , P_{\max} , V_{\max} – значения абсолютных экстремумов минимальной температуры (самое низкое значение температуры воздуха за весь период наблюдений), максимальной температуры воздуха (наивысшая, наблюдавшаяся за данный период,

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

температура воздуха), максимальной суточной суммы осадков, максимальной скорости ветра (наибольшее наблюдавшееся в данный период значение скорости ветра или его порывов) выбираются из статистических распределений рассматриваемых метеорологических характеристик для данного региона;

$T_{\min \text{ ср}}$, $T_{\max \text{ ср}}$, $P_{\text{сз}}$, $V_{\text{ср}}$ – средние климатические значения рассматриваемых метеорологических элементов – вычисляются по статистическим распределениям;

F_i – среднегодовая повторяемость экстремальных значений метеорологических характеристик. Для минимальной и максимальной температуры, а также максимальной скорости ветра вычисляется как число случаев, попавших в 5%-ную градацию, делённое на число лет в выборке. Для максимальной суточной суммы осадков – как число случаев, попавших в 10%-ную градацию, делённое на число лет в выборке. Данная процедура позволяет свести к минимуму влияние длины выборки на показатель изменчивости погоды (Бедрицкий и др., 2007).

Для оценки изменчивости условий погоды и их климатических проявлений был выбран массив суточных данных приземных метеорологических наблюдений на сети Росгидромета в Белгородской области за 1998 – 2021 гг., – периода, когда произошли наиболее значимые изменения в условиях атмосферной циркуляции и изменились некоторые климатические характеристики в регионе (Кононова, 2014; Фондовые материалы...). Результаты были сопоставлены с аналогичными расчетами, определенными для многолетней климатической «нормы – 80», то есть периода 1890-1980гг. (Научно-прикладной справочник..., 1990).

Значения показателей, отражающих изменчивость условий погоды: приземной температуры воздуха (K_t), скорости ветра (K_v), количества атмосферных осадков (K_r) и их суммарного значения (K_o), полученные с применением формулы (1), дают представление о климатической уязвимости различных пунктов метеонаблюдений отдельно для теплого и холодного периодов и в целом за год (табл. 1).

Таблица 1

Климатическая изменчивость по пунктам
метеорологических наблюдений Белгородской области за период 1998-2021 гг.

Пункт	Теплый период				Холодный период				Год
	K_t	K_v	K_r	K_o	K_t	K_v	K_r	K_o	K_o
Богородицкое-Фенино	13,7	24,1	249,7	287,5	12,5	16,5	84,4	113,4	400,9
Белгород	13,1	34,3	266,3	313,7	11,4	23,6	85,9	120,9	434,6
Валуйки	12,8	34,5	297,5	344,8	13,7	23,4	140,7	177,8	522,6
Новый Оскол	13,3	34,4	384,7	432,4	12,5	14,7	224,9	252,1	684,5
Готня	12,6	29,5	235	277,1	10,7	10,1	78,3	99,1	376,2

Происходящие в начале XXI века изменения атмосферной циркуляции проявляются в увеличении повторяемости квазистационарных антициклонов, особенно в летний сезон. Тенденция роста засушливости второй половины вегетационного периода (июль-август) усилилась в сравнении с предыдущим периодом южной атмосферной циркуляции. Но наряду с годами острого дефицита осадков в отдельные годы фиксируется избыток увлажнения (Lupo et al, 2021), что, в конечном итоге определяет климатические риски современного временного периода. Отмечается, что на фоне роста температур и осадков,

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

выросла нестабильность влагообеспеченности теплого периода. В XXI веке отмечено снижение частоты случаев оптимального увлажнения. В отдельные годы отмечаются засушливые периоды, а в другие – периоды переувлажнения.

Полученные среднеобластные значения индексов климатической уязвимости для Белгородской области составляют для зимнего периода 150 баллов, для летнего сезона 330 баллов, что указывает на преобладание экстремальных метеорологических условий в теплый сезон. Большая часть территории характеризуется относительно низким риском климатических воздействий, за исключением востока и юго-востока области. При этом наиболее уязвимой в климатическом отношении является восточная часть области.

Слабая климатическая уязвимость характерна для Белгородского, Борисовского, Грайворонского, Губкинского, Ивнянского, Корочанского, Красненского, Краснояружского, Прохоровского, Ракитянского, Старооскольского, Чернянского, Шебекинского, Яковлевского районов и/или городских округов.

Средняя величина климатической уязвимости характерна для юго-востока области: Валуйский, Вейделевский, Волоконовский, Ровеньский районы

Восточные районы области находятся в зоне высокой климатической изменчивости: Новооскольский, Красногвардейский, Алексеевский районы

За исследуемый период 1998-2021 гг. прослеживается выраженная широтно-долготная закономерность изменений рисков по территории региона. Особенности развития атмосферной циркуляции в умеренных широтах в начале XXI в. привели к увеличению повторяемости опасных атмосферных процессов и явлений, изменению экстремальных климатических значений метеорологических параметров. Оценка повторяемости опасных метеорологических явлений проведена согласно РД 52.04.563-2002. Повторяемость опасных погодных явлений по в Белгородской области отражено в табл. 2.

Таблица 2

Опасные явления погоды по Белгородской области
(случаи и длительность по периодам)

Временные периоды	Всего		Холодный период		Теплый период	
	Число случаев	Число дней	Число случаев	Число дней	Число случаев	Число дней
1970-1980	47	798	12	70	35	728
1981-1997	121	419	18	45	103	365
1998-2016	186	1557	13	83	173	1474
2017-2021	52	216	3	82	49	134

За исследуемый период 1998-2021 гг. прослеживается выраженная широтно-долготная закономерность изменений климатических рисков по территории региона. По сравнению с XX веком, в начале XXI века в холодном периоде повторяемость опасных гидрометеорологических явлений и процессов в области снизилась практически в 3 раза, не фиксируются температуры минус 35 °С и ниже. Экстремальные климатические условия в теплый период были усилены за счет увеличения повторяемости температур воздуха, превышающих 30 °С (среднегодовая повторяемость которых в исследуемом периоде выросла на 63 %), а число дней с температурой воздуха, превышающих 35°С увеличилось с 0,84 до 2,1 дня (на 250 %).

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

Происходящие климатические изменения требуют выработки адаптационных мер для обеспечения устойчивого развития территорий. Особенности развития атмосферной циркуляции в умеренных широтах в начале XXI в. привели к увеличению повторяемости опасных атмосферных процессов и явлений, изменению экстремальных климатических значений метеорологических параметров.

Неустойчивость циркуляционных процессов будет наблюдаться в регионе ещё в течение 15–20 лет, то есть до тех пор, пока меридиональный тип циркуляции не сменится зональным (Доклад о научно-методических основах..., 2020).

Сложившаяся схема развития циркуляционных процессов позволяет нам предположить, что повторяемость опасных явлений с годами будет только возрастать. При этом внутри отдельного субъекта Федерации, даже небольшого по площади, климатическая изменчивость проявляется неоднородно. Для планирования мер по снижению ущерба от негативных проявлений опасных гидрометеорологических явлений целесообразно детализировать и оперативно уточнять территориальные и временные различия климатических рисков.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 19-17-00056.

Список литературы

1. Бедрицкий А.И. и др. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. В 2 томах. – М.: Росгидромет, 2008.
2. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). – СПб; Саратов : Амирит, 2020. – 120 с.
3. Кононова Н.К. Особенности циркуляции атмосферы Северного полушария в конце XX – начале XXI века и их отражение в климате // Сложные системы. – 2014. – №2(11). – С. 11-35
4. Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы северного полушария в XX – начале XXI века. (www.atmospheric-circulation.ru)
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 28. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 366 с.
6. РД 52.04.563-2002 Руководящий документ. Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения.- Дата введения 2003-07-01 УТВЕРЖДЕН Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидрометом) 23.08.2002
7. Фондовые материалы Росгидромета за 1970-2021 гг. (<http://meteoinfo.ru>).
8. Lupo Anthony R., Kononova Nina K , Semenova Inna G. , Lebedeva Maria G. A Comparison of the Characteristics of Drought during the Late 20th and Early 21st Centuries over Eastern Europe, Western Russia and Central North America
9. Atmosphere 2021, 12, 1033. <https://doi.org/10.3390/atmos12081033>
<https://www.mdpi.com/journal/atmospher>
10. Young E., Byes E., Hammerson G., Frances F., Oliver L., Treher A. Guidelines for using the Nature Serve climate change vulnerability index. - Arlington, Virginia, USA: NatureServe, 2011.