

УДК 551.557

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ ВЕТРА В ТРОПОСФЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. П. ГОРБАТЕНКО *, М. А. ВОЛКОВА **

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия*

В статье рассматриваются физико-географические и климатические условия изменений скорости ветра над Западной Сибирью. Направление и скорость ветра в тропосфере являются результатом влияния атмосферной циркуляции и региональных особенностей территории. Тенденции изменчивости различаются в разных регионах земного шара. Изменение ветрового режима может указывать на изменение радиационного баланса, сопровождающееся изменением давления в атмосферном столбе над исследуемым регионом. В данной работе представлена долговременная изменчивость скорости тропосферного ветра в Западной Сибири. Были проанализированы данные на поверхности земли и на стандартных изобарических поверхностях 850, 700, 500 и 300 гПа на четырех станциях Западной Сибири (“Александровское”, “Барабинск”, “Новосибирск” и “Колпашево”) за период 1975–2020 гг. Исследование показало, что временная изменчивость синхронна по всем тропосферным слоям и обусловлена вариациями макроциркуляционных процессов. На всех станциях наблюдается тенденция к снижению скорости ветра на всех уровнях. Более того, в северной части Западной Сибири снижение скорости ветра статистически значимо по всей тропосфере. В северном регионе на высотах 850–700 гПа скорость ветра снизилась сильнее, чем на южной территории. Коэффициенты корреляции скорости ветра на поверхности земли и в тропосфере высоки и статистически значимы с вероятностью не менее 99% на трех рассматриваемых станциях. Снижение скорости ветра в тропосфере на северных широтах может быть связано с продолжающимся потеплением климата, особенно заметным в северных регионах, что привело к уменьшению градиентов давления между северными и центральными регионами Западной Сибири. В южной части Западной Сибири снижение скорости ветра более выражено у поверхности. Такая изменчивость скорости ветра может влиять на изменение климата в исследуемом регионе.

<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2026.60.2.227>

Keywords: wind speed, upper-air sounding data, troposphere.

Введение. Анализ многолетних изменений параметров ветра на территории России показал, что скорость приземного ветра почти на всей территории России имеет устойчивую тенденцию к уменьшению при

* E-mail: vpgor@mail.tsu.ru

** E-mail: mv2101@mail.ru

увеличении повторяемости слабого ветра и уменьшении повторяемости более сильного [1–3] на протяжении примерно трех десятилетий. Ослабление ветра в приземном слое (на высоте примерно 10 м), может быть связано с изменениями окружающей среды наземных метеорологических станций: постепенной застройкой и (или) ростом деревьев. Однако в данных радиозондирования выше приземного слоя подобная причина изменчивости ветра отсутствует.

В то же время, результаты исследования многолетней изменчивости характеристик ветра в свободной атмосфере (выше уровня 850 гПа) не столь однозначны, и над разными территориями тенденции изменения скорости воздушных потоков имеют противоположный знак.

Ветер определяется в метеорологии как горизонтальная составляющая движения воздуха и является локальной характеристикой атмосферных движений всех масштабов [4]. Направление и скорость ведущих потоков в средней или верхней тропосфере являются результатом проявления, как общей циркуляции атмосферы, так и его региональных особенностей.

Характер атмосферных потоков в наибольшей степени определяется барическим полем и его градиентами над исследуемым регионом. Направление и скорость ветра, его порывы необходимо знать при прогнозе погоды, оценке переноса примесей, обеспечении полетов авиации, при строительстве и для ветроэнергетики. Поэтому исследование изменчивости скорости ветра на фоне меняющегося климата особенно актуально. Информация об изменениях скорости ветра на разных высотах тропосферы имеет большое значение для понимания процесса взаимодействия подстилающей поверхности и атмосферы.

Для успешных прогнозов погоды и изменчивости климата в прогностических климатических моделях важно учитывать и факторы антропогенного воздействия, и циркуляционные процессы в атмосфере любых регионов [5]. Поэтому необходимо анализировать и параметры изменчивости ветра в тропосфере над различными территориями, включая территорию Западной Сибири.

Тенденции изменчивости скорости ветра имеют разнонаправленный характер в разных регионах земного шара. Например, над европейской территорией Российской Федерации [6] были проанализированы временные ряды средних значений скорости ветра на изобарических поверхностях 850 и 200 гПа. Было обнаружено, что имели место и увеличение средних значений скорости ветра, и их уменьшение как в верхней, так и в нижней тропосфере.

Ветровой режим тропосферы Западной Сибири мог несколько измениться в последние десятилетия как в связи с глобальным потеплением, изменившим температурные градиенты, так и в связи с изменчивостью макроциркуляционных процессов, определяющих основные элементы климата [7]. Кроме того, на территории Западной Сибири расположен комплекс болот, являющийся источником поступления метана в атмосферу Земли [8].

По результатам анализа температурного режима Сибири выявлены несколько очагов потепления, в которых скорость изменения температуры превышает 0,5°C/10 лет, т.е. на порядок больше, чем для Северного полушария в целом [7]. Причем даже на фоне обнаруженной в последние годы всеобщей тенденции замедления потепления, очаги потепления над Западной Сибирью сохраняются. Для Западной Сибири тенденции уменьшения средних значений

давления были выявлены в работе [9]. Потепление атмосферы, продолжавшееся на протяжении почти трех десятилетий, причем, в основном в зимние месяцы, могло обеспечить уменьшение барических градиентов, а следовательно, привести и к уменьшению скорости ветра во всей толще тропосферы. С этой точки зрения актуален подробный анализ осредненных значений многолетней скорости ветра в тропосфере Западной Сибири на разных ее уровнях и обсуждение причин этой изменчивости.

Целью исследования является анализ многолетней изменчивости средних годовых значений скорости ветра в тропосфере на уровнях стандартных изобарических поверхностей (850, 700, 500 и 300 гПа) в Западной Сибири и сопоставление ее с изменчивостью у поверхности земли.

Материалы и методы исследования. Исходным материалом для анализа характеристик ветра у поверхности земли являлись данные фактических наблюдений за ветром. Для изучения характеристик ветра в слое от поверхности земли до высоты ≈ 9 км (300 гПа) использовались данные аэрологического зондирования атмосферы на четырех аэрологических станциях (а.с.) Западной Сибири за период 1975–2020 гг.: “Александровское”, “Барабинск”, “Колпашево” и “Новосибирск”. Расстояние между северной и южной границами исследуемого региона (где расположены а.с.) по меридиану достигает примерно 800 км (рис. 1). Максимальная дальность перемещения радиозондов во время измерения параметров атмосферы составляет в среднем не менее 200 км от места выпуска. Таким образом, территория исследований параметров ветра на высотах в настоящем исследовании составляет примерно 1000 км с севера на юг и с запада на восток.

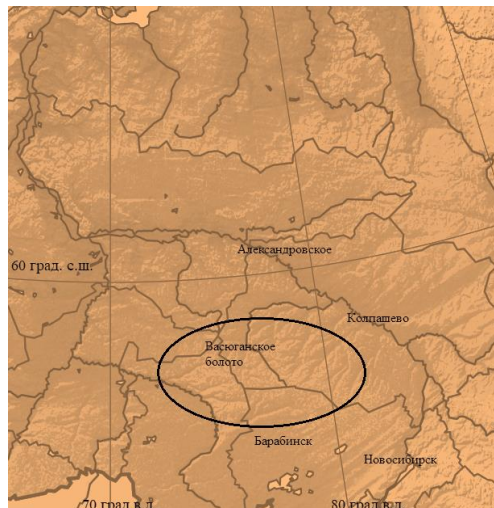


Рис. 1. Территория исследования изменчивости скорости ветра в тропосфере Западной Сибири.

На исследуемой территории на всех а.с. используются *стандартные сроки наблюдений*: в 00 ч и 12 ч по всемирному скоординированному времени. Рассчитывались многолетние средние месячные значения скорости ветра (СМСВ), средние квадратические отклонения σ , коэффициенты наклона линейного тренда, коэффициенты корреляции в поле ветра на высотах и между а.с.

Для определения степени выраженности связи между временными рядами рассчитывались коэффициенты корреляции Пирсона. При оценивании значимости коэффициента применялось преобразование Фишера с последующим двусторонним t -тестом нулевой гипотезы при $\alpha = 0,05$. Определение коэффициентов трендов величин проводилось методами регрессионного анализа. Теснота связей между отдельными станциями в поле ветрового режима оценивалась с применением коэффициентов корреляции.

Для характеристики временной изменчивости скорости ветра рассчитывался ряд параметров на разных высотах и рассматривалось их пространственно-временное распределение.

Результаты исследований и их обсуждение. Ветровой режим региона определяется не только макромасштабной циркуляцией атмосферы, но и его орографией и мезоклиматическими особенностями, вносящими коррективы в процессы переноса воздушных масс. Увеличение значений скорости ветра с высотой является климатической закономерностью и происходит вследствие уменьшения влияния орографических неоднородностей подстилающей поверхности. Тем не менее, в свободной атмосфере, на которую не влияют силы трения, скорость ветра в разных слоях может как возрасть, так и убывать. Эти особенности вызывают перестройки барических полей, вызванные влиянием горизонтальных градиентов температуры.

Заметим, что изучение тенденций изменения скорости ветра над разными территориями России привело к разным результатам. Например, изучение среднегодовой скорости ветра на изобарических поверхностях 850, 500 и 300 гПа для а.с., расположенных на севере России [10] показало, что ни на одной из а.с. скорость ветра на высотах не уменьшилась. При этом приземные данные показывают отрицательные тренды среднегодовой скорости ветра.

В тропосфере Причерноморского региона [11] было выявлено устойчивое уменьшение ветра во всей толще тропосферы за период с 1973–2012 гг. Наибольшие отрицательные аномалии скорости ветра выявлены для слоя от 500 до 400 гПа. Статистически значимая динамика увеличения скорости ветра в верхней тропосфере и нижней стратосфере на 0,5–0,4 м/с/10 лет обнаружена над территориями северного Казахстана и Дальнего Востока [12].

Таблица 1

Средние многолетние значения скорости ветра на разных уровнях

Аэрологическая станция, высота над у.м.	Средняя многолетняя скорость ветра на уровнях			
	флюгер	850 гПа	500 гПа	300 гПа
Александровское, 49 м над у.м.	3,2	10	17	24
Колпашево, 75 м над у.м.	2,4	10	17	24
Барабинск, 120 м над у.м.	3,5	10	18	24
Новосибирск, 131 м над у.м.	3,2	10	18	24

В настоящем исследовании проведен анализ средних многолетних и среднегодовых значений скорости ветра на изобарических поверхностях 850, 700, 500 и 300 гПа на а.с. центральной части Западной Сибири (табл. 1). Поля скоростей ветра на всем изучаемом пространстве практически одинаковы.

Средняя многолетняя скорость ветра от поверхности земли до высоты 9000 м постепенно увеличивается от 3 до 24 м/с в районе всех а.с.

Временная изменчивость средних значений скорости ветра синхронна во всех слоях тропосферы и обусловлена вариативностью макроциркуляционных процессов. На всех станциях (рис. 2) наблюдается уменьшение скорости ветра на всех уровнях.

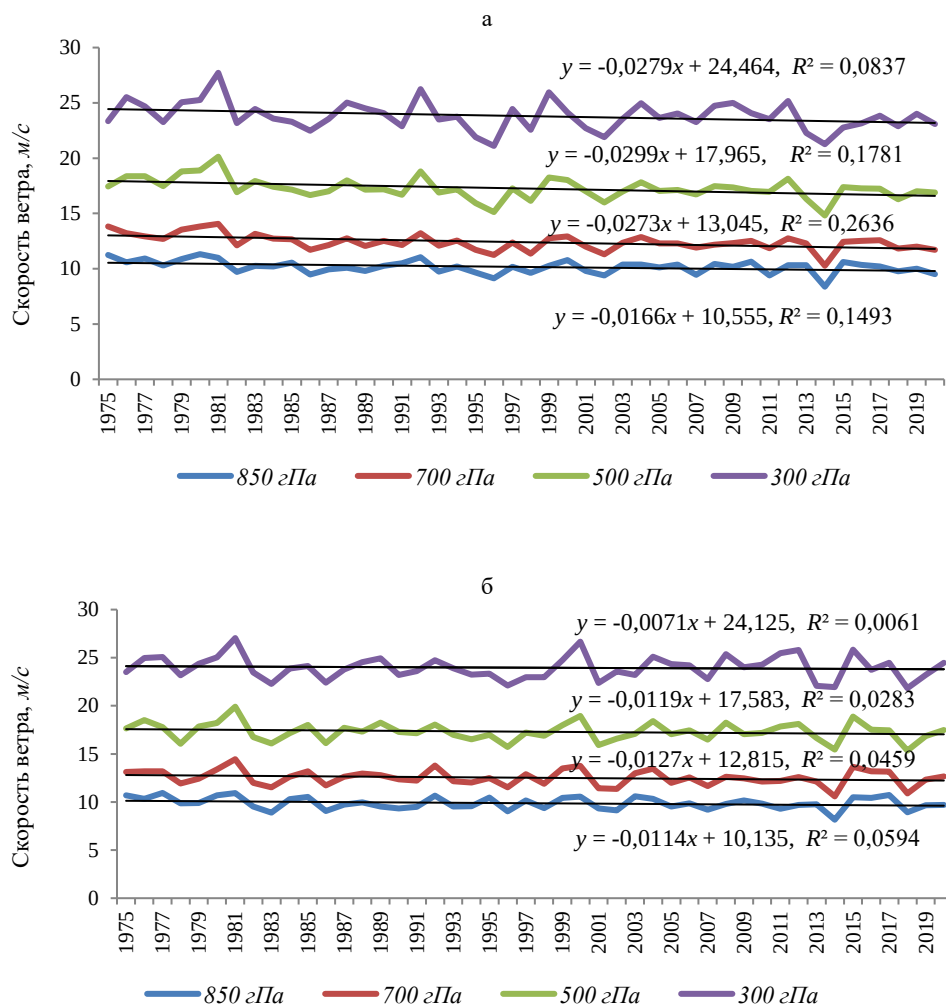


Рис. 2. Средние годовые значения скорости ветра и их вариативность (R^2) в районе а.с. “Колпашево” (а) и “Новосибирск” (б).

Однако в северном районе (а.с. “Колпашево”) на высотах 850–700 гПа, скорость ветра уменьшилась больше, чем ближе к южной территории. Эту синхронность подтверждает корреляционный анализ скорости ветра на разных высотах (табл. 2).

Заметим, что к концу исследуемого периода заметна отчетливая тенденция к постепенному уменьшению среднегодовых значений скорости ветра во всей толще тропосферы, причем на высотах ≥ 5 км она еще более выражена, чем в нижней тропосфере. Заслуживает внимания и тот факт, что коэффициенты корреляции значений скорости ветра у земли и на высотах до 9000 м (300 гПа) высоки и статистически значимы, что указывает на наличие синхронности изменений в разные годы во всей толще тропосферы.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между среднегодовыми значениями скорости ветра на различных высотах в районе аэрлоической станции северной части Западной Сибири

Уровень, гПа	Статистические характеристики		Уровень, гПа			
	среднее	σ	850	700	500	300
850	10,4	0,59	1,00			
700	12,3	0,67	0,91	1,00		
500	17,1	0,93	0,83	0,94	1,00	
300	23,5	1,14	0,60	0,75	0,84	1,00
У земли	3,24	0,33	0,61	0,58	0,57	0,39

Аналогичные результаты обнаруживает и анализ скорости ветра на других станциях региона. Тем не менее, заметно, что на северных а.с. “Александровское” и “Колпашево” (таб. 3), тенденция уменьшения среднегодовых значений скорости ветра более выражена. Наличие разных по величине тенденций уменьшения скорости ветра выявило актуальность статистической оценки значимости наблюдаемых трендов.

Таблица 3

Скорость изменения скорости ветра (а, м/с/10лет), критерий оценки значимости (t) за период 1975–2020 гг. на а.с. Западной Сибири

Станция	Флюгер		850 гПа		700 гПа		500 гПа		300 гПа	
	<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>t</i>
Александровское	–0,17	6,57	–0,28	5,5	–0,32	5,59	–0,42	5,09	–0,28	2,32
Барабинск	–0,16	3,5	–0,11	1,83	–0,12	1,61	–0,17	1,69	–0,13	0,89
Колпашево	–0,35	13,1	–0,17	2,78	–0,29	4,1	–0,36	3,57	–0,35	2,45
Новосибирск	–0,20	9,01	–0,11	1,67	–0,13	1,45	–0,12	1,13	–0,07	0,52

Оценка изменения скорости ветра за 46-летний период показала наличие тенденций снижения скорости ветра на всех рассматриваемых уровнях. Выделенные значения критерия Стьюдента *t* указывают на статистическую значимость отрицательного тренда скорости ветра на 5%-ом уровне значимости – серым цветом, на 1%-ом уровне значимости – курсивом. Наиболее заметные изменения в скоростном режиме прослеживаются на высоте флюгера, а также в средней и верхней тропосфере на а.с. “Александровское” и “Колпашево”. Такая оценка позволила убедиться, что статистически значимое уменьшение ветра в тропосфере наблюдается только в районе северных станций “Александровское” и “Колпашево”. Таким образом, мы можем утверждать, что в

северной части Западной Сибири (до широты 56° – 57°) в последнее тридцатилетие наблюдается снижение скорости ветра во всей толще тропосферы.

Южнее значимые тенденции уменьшения скорости ветра наблюдается только у поверхности земли. Если принять во внимание, что над территорией северного Казахстана в нижней тропосфере тоже замечена тенденция на увеличение скорости ветра [12], то можно предположить, что причины тенденций над разными районами могут быть разными и это во многом зависит от свойств подстилающей поверхности. При этом, корреляция значений скорости ветра на разных уровнях высока и статистически значима для всех четырех станций. Очевидно, что синоптические условия, обеспечивающие межгодовую вариативность характеристик ветра, господствовали во всей тропосфере.

Особый интерес представляет связанность процессов у поверхности земли и в толще тропосферы. В табл. 4 представлены величины коэффициентов корреляции средних годовых значений скорости ветра на уровне флюгера и на уровне стандартных высот до 300 гПа. Коэффициенты корреляции скорости ветра у земли и в толще тропосферы высоки и статистически значимы с вероятностью не менее 99% на трех из рассматриваемых станций. Только в районе а.с. “Новосибирск” эта закономерность нарушается. Объяснить это можно тем, что а.с. расположена в черте города, и измерения на уровне флюгера неоднородны во времени. Район города, в котором расположена станция, активно застраивался.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции скорости ветра на уровне изобарических поверхностей со скоростью ветра у поверхности земли

Аэрологическая станция	$X, \text{ м/с} / \sigma$	Коэффициент корреляции скорости ветра на высотах со скоростью у поверхности земли (на высоте флюгера)			
		850 гПа	700 гПа	500 гПа	300 гПа
Александровское	3,2 / 0,3	0,6	0,58	0,57	0,40
Колпашево	2,4 / 0,5	0,47	0,57	0,54	0,41
Барабинск	3,4 / 0,5	0,59	0,49	0,31	0,25
Новосибирск	3,2 / 0,3	0,60	0,57	0,41	0,31

Согласованность значений скорости ветра у земли и на высотах свидетельствует о том, что уменьшение их значений вряд ли является только местной особенностью, хотя и она несомненно существует. В результате наблюдавшегося потепления климата Западной Сибири, особенно заметного в северных ее территориях, уменьшились значения давления атмосферы между северной частью региона и умеренными широтами. Поэтому уменьшение градиентов давления привело к уменьшению значений скорости ветра.

Возможно, есть и еще одна причина уменьшения скорости ветра у поверхности земли на территории Западной Сибири – увеличение количества формирующихся над Васюганским болотом мезомасштабных циклонов, со средними значениями давления в их центре 1006 гПа [13]. В циклонах, образующихся над Васюганским болотом в течение всего года, основное накопление энергии скрытой теплоты фазовых переходов воды происходит в

период появления волны на основном фронте и формирования молодого мезовихря. Известно, что синоптические вихри формируются как низкие барические образования и охватывают на начальных стадиях своего развития только нижний слой тропосферы толщиной 2–3 км. Их бароклинная неустойчивость связана с наличием меридионального градиента температуры и, как следствие, термического ветра [14]. Эти процессы способствуют уменьшению разницы давления атмосферы между северной частью региона и умеренными широтами и уменьшают значения средних многолетних параметров ветра.

В работе [15] представлен анализ полей давления атмосферы в центре Западной Сибири. Для изучения динамики давления над Сибирью были использованы данные об атмосферном давлении на метеорологических станциях “Дудинка” (69,4°N 86,2°E) и “Огурцово” (54,9°N 83,0°E), полученные в ФГБУ “ВНИИГМИ-МЦД”. Расстояние между станциями по прямой составляет 634 км. В результате исследований было получено, что уменьшение скорости ветра над территорией Западной Сибири осенью могло быть частично обусловлено изменением разницы атмосферного давления между северной частью региона и южной. Однако во все сезоны года была замечена более выраженная тенденция уменьшения давления атмосферы над центральной частью Западной Сибири. При этом это уменьшение особенно заметно началось с XXI в. Следовательно, это может быть влиянием усилившегося над Западной Сибирью циклогенеза. Поскольку давление в центрах местных циклонов не очень низкое (характеристики давления атмосферы в центре местных циклонов 1003–1117 гПа), большого влияния на уровень средних значений скорости ветра оно пока не оказало.

В летние месяцы горизонтальный градиент атмосферного давления мог наблюдаться только в отдельные годы (1969, 1995, 1996 гг.). Таким образом, градиент атмосферного давления между анализируемыми станциями летом слабо выражен или практически отсутствует. Следовательно, сильных ветров юго-западного направления в теплый период года практически не бывает. Однако поскольку именно в летний период давление на станции “Огурцово” постепенно уменьшается, это может быть следствием учатившегося циклогенеза, поскольку частота формирования летних циклонов повышена в теплый период года [16].

Изменение климата является одним из наиболее серьезных вызовов XXI в., который выходит за рамки научных дискуссий и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития Российской Федерации. Проведенные ранее исследования позволили выявить благоприятные и неблагоприятные тенденции влияния ряда климатических характеристик на ряд отраслей экономики Западной Сибири [17]. Исследование причин и величины изменчивости скорости ветра и его направлений также необходимо для многих отраслей экономики всех территорий.

Заключение. Проведенное исследование ветрового режима в тропосфере Западной Сибири позволило сделать следующие выводы:

- на станциях Западной Сибири, расположенных южнее 58° с.ш., статистически значимых тенденций изменения скорости ветра на высотах более 850 мПа не обнаружено.

- В районе северных станций уменьшение скорости ветра статистически достоверно во всей толще тропосферы. Сравнивая изменчивость параметров ветра над разными станциями, можно заметить, что в районе северных станций (на уровне 60° с.ш.) тенденции уменьшения значений скорости ветра существенно больше, чем в южной части (Новосибирск и Барабинск). Наибольшие тенденции уменьшения скорости ветра здесь замечены на высотах более 5000 м.

- Уменьшение скорости ветра в тропосфере северных широт (более 58° с.ш.) может быть обусловлено наблюдающимся потеплением климата, особенно заметном в северных районах Западной Сибири, повлекшим за собой уменьшение градиентов давления между северными и центральными районами Западной Сибири.

В южной части Западной Сибири уменьшения скорости ветра больше наблюдается у поверхности земли. Причины ослабления надежно не определены, поскольку увеличения шероховатости *подстилающей поверхности* не замечено. Анализируемые изменения могут быть частично вызваны увеличением концентрации парниковых газов над болотами Западной Сибири. Это может формировать стабилизацию атмосферы и, как следствие, способствовать ослаблению ветров. Это возможно, поскольку известно, что свойства почвы оказывают решающее влияние на формирование зон ветровой эрозии [18].

Поступила 03.06.2026

Получена с рецензии 24.06.2026

Утверждена 26.08.2026

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.В., Ананичева М.Д. и др. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: В 3-х томах. *Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды*. Том 1. Москва, Росгидромет (2014), 1008.
2. Журавлев Г.Г. Оценка ветроэнергетического потенциала Томской области. *Вестник Томского государственного университета* 274 (2001), 141–147.
3. Кижнер Л.И., Серая Н.Ю. Изменение режима ветра в Томске в начале XXI века. *Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова* 576 (2015), 102–113.
4. Адаменко М.Ф., Алехина Н.В. и др. *Региональный мониторинг атмосферы*. Сибирское отделение Российской Академии наук. Научно-техническая программа “Сибирь”. Проект “Климато-экологический мониторинг Сибири”. Часть 4. Томск, РАСКО (2000), 270.
5. Севастьянов, В.В., Самбуу А.Д., Маргарян В.Г. Современное изменение климата в горных странах. *Ученые записки ЕГУ. Геология и география* 59 (2025), 531–542.
<https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.531>
6. Хохлова А.В., Тимофеев А.А. Многолетние изменения ветрового режима в свободной атмосфере над европейской территорией России. *Метеорология и гидрология* 4 (2011), 21–33.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16380015>
7. Горбатенко В.П., Ипполитов, И.И. и др. Роль циркуляционных факторов в потеплении климата Сибири. *Вестник Томского государственного университета* 346 (2011), 174–180.

8. Кароль И.Л., Решетников А.И. Парниковые газы, аэрозоли и климат. *Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова* 573 (2014), 5–38.
9. Ипполитов И.И., Кабанов М.В. и др. Современные природно-климатические изменения в Сибири: ход среднегодовых приземных температур и давления. *География и природные ресурсы* 3 (2004), 90–96.
10. Мещерская А.В., Еремин В.В. и др. Изменение скорости ветра на севере России во второй половине XX века по приземным и аэрологическим данным. *Метеорология и гидрология* 9 (2006), 46–58.
11. Данова Т.Е., Никифорова М.П. Характеристики влагосодержания тропосферы, струйных течений и сдвигов ветра при формировании маломасштабных вихрей в Причерноморском регионе. *Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации* 365 (2017), 128–141.
12. Горбатенко В.П., Золотухина О.И., Золотов С.Ю. Интегральные характеристики ветра и их динамика над космодромами Байконур и Восточный. *Метеорология и гидрология* 4 (2018), 94–103.
13. Тунаев Е.Л., Горбатенко В.П. Энергетические характеристики атмосферы при циклогенезе над районами Васюганского Болота. *Гидрометеорологические исследования и прогнозы* 4 (2018), 48–62.
14. Елисеев А.В. *Линейные и нелинейные модели бароклинных волн в атмосфере. Нелинейные волны*. Нижний Новгород, ИПФ РАН (2017), 320.
15. Максимова А.С. Изменчивость полей давления атмосферы между Севером и центром Западной Сибири. *Материалы Междисциплинарной молодежной научной конференции “Азимут ГЕОнаук–2022”*, Томск, Томский ЦНТИ (2023), 263–266.
16. Тунаев Е.Л., Горбатенко В.П., Поднебесных Н.В. Особенности циклогенеза над территорией Западной Сибири за период 1976–2015 гг. *Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации* 364 (2017), 81–92.
17. Горбатенко В.П., Волкова М.А. Социально-экономические последствия изменения климата на юге Западной Сибири. *Ученые записки ЕГУ. Геология и география* 59 (2025), 266–277. <https://doi.org/10.46991/PYSUC.2025.59.2.266>
18. Евсеева Н.С., Квасникова З.Н. и др. Ветровой режим юго-востока Западно-Сибирской равнины как фактор риска развития дефляции почв в агроландшафтах (на примере юга Томской области). *Изв. Российской академии наук. Сер. географическая* 85 (2021), 528–538. <https://doi.org/10.31857/S258755662104004X>

Վ. Պ. ԳՈՐԲԱՏԵՆԿՈ, Մ. Ա. ՎՈԼԿՈՎԱ

ՔԱՄՈՒ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԱՐԵՎՍՏՅԱՆ ՍԻԲԻՐԻ ՆԵՐՔՆՈԼՈՐՏՈՒՄ

Ամփոփում

Հոդվածում ուսումնասիրվում են Արևմտյան Սիբիրում քամու արագության փոփոխությունների ֆիզիկական, աշխարհագրական և կլիմայական պայմանները: Ներքնորոտում (տրոպոսֆերայում) քամու ուղղությունը և արագությունը մթնոլորտային շրջանառության և տարածքի տարածաշրջանային առանձնահատկությունների ազդեցության արդյունք են: Փոփոխականության միտումները տարբերվում են աշխարհի տարբեր տարածաշրջաններում: Քամու ռեժիմի փոփոխությունը կարող է վկայել ճառագայթային հաշվեկշռի փոփոխության մասին, որն ուղեկցվում է ուսումնասիրվող տարածաշրջանի վրա մթնոլորտային ճնշման սյան փոփոխությամբ: Աշխատանքում

ներկայացվում է Արևմտյան Սիբիրի ներքնոլորտում քամու արագության բազմամյա փոփոխությունը: Վերլուծվել են Արևմտյան Սիբիրի չորս կայանների (Ալեքսանդրովսկոյե, Բարաբինսկ, Նովոսիբիրսկ և Կոլպաշևո) երկրի և 850, 700, 500 և 300 *hPa* ստանդարտ իզոբար մակերևույթների տվյալները 1975–2020 թթ. համար: Ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ ժամանակային փոփոխությունը սինխրոն է ներքնոլորտի բոլոր շերտերում և պայմանավորված է մակրոքանառական գործընթացների տատանումներով: Բոլոր կայաններում բոլոր մակարդակներում դիտվում է քամու արագության նվազման միտում: Ավելին, Արևմտյան Սիբիրի հյուսիսային մասում քամու արագության նվազումը վիճակագրորեն նշանակալի է ամբողջ ներքնոլորտում: Հյուսիսային տարածաշրջանում քամու արագությունն ավելի զգալիորեն նվազել է 850–700 *hPa* բարձրություններում, քան հարավայինում: Երկրի մակերևույթին և ներքնոլորտում քամու արագության կոռելյացիայի գործակիցները մեծ են և վիճակագրորեն նշանակալի՝ առնվազն 99% հավանականությամբ դիտարկվող երեք կայաններում: Հյուսիսային լայնություններում ներքնոլորտային քամու արագության նվազումը կարող է կապված լինել կլիմայի շարունակական տաքացման հետ, որը հատկապես նկատելի է հյուսիսային շրջաններում, ինչը հանգեցրել է Արևմտյան Սիբիրի հյուսիսային և կենտրոնական տարածաշրջանների միջև ճնշման գրադիենտների նվազմանը: Արևմտյան Սիբիրի հարավային մասում քամու արագության նվազումն ավելի ցայտուն է արտահայտված երկրի մակերևույթի մոտ: Քամու արագության նման փոփոխականությունը կարող է ազդել ուսումնասիրվող տարածքում կլիմայի փոփոխության վրա:

V. P. GORBATENKO, M. A. VOLKOVA

WIND SPEED VARIABILITY IN THE TROPOSPHERE OF WESTERN SIBERIA

Summary

The article examines the physical, geographical and climatic conditions of changes in wind speed over Western Siberia. The direction and speed of wind in the troposphere are the result of the influence of atmospheric circulation and regional characteristics of the territory. Variability trends vary in different directions in different regions of the globe. A change in the wind regime may indicate a change in the radiation balance, accompanied by a change in the pressure in the atmospheric column above the region under study. This paper presents long-term variability of tropospheric wind speed in Western Siberia. Data were analyzed at the ground surface and at standard isobaric surfaces of 850 *hPa*, 700 *hPa*, 500 *hPa*, and 300 *hPa* at four stations in Western Siberia (Aleksandrovskoye, Barabinsk, Novosibirsk, and Kolpashevo) for the period 1975–2020. The study showed that temporal variability is synchronous across all tropospheric layers and is due to variations in macrocirculation processes. All stations demonstrate a tendency toward decreasing wind speed

at all levels. Moreover, in the Northern part of Western Siberia, the decrease in wind speed is statistically significant throughout the troposphere. In the Northern Region at altitudes of 850–700 *hPa*, wind speed decreased more than in the Southern territory. The correlation coefficients of wind speed at the ground and in the troposphere are high and statistically significant with a probability of at least 99% at three of the stations under consideration. The decrease in wind speed in the troposphere at Northern latitudes may be due to ongoing climate warming, particularly noticeable in the Northern Regions, which has resulted in a decrease in pressure gradients between the Northern and Central regions of Western Siberia. In the Southern part of Western Siberia, the decrease in wind speed is more pronounced near the surface. Such variability in wind speed may influence climate change in the study region.