



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 1. С. 51–55

Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2025, vol. 25, iss. 1, pp. 51–55

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-51-55>, EDN: RMRDZO

Научная статья

УДК 551.589

Особенности летней трансформации воздушных масс в Нижнем Поволжье при стационарировании арктических антициклонов



С. В. Морозова[✉], Е. А. Полянская, М. А. Алимпиева, А. А. Петрова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Морозова Светлана Владимировна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры метеорологии и климатологии, swetwl@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5216-976X>

Полянская Елена Александровна, кандидат географических наук, доцент, профессор кафедры метеорологии и климатологии, kafmeteo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2678-7238>

Алимпиева Мария Александровна, ассистент кафедры метеорологии и климатологии, alimpiewa@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4422-8835>

Петрова Алина Андреевна, магистр 1-го года обучения на кафедре метеорологии и климатологии, lina-petrova-02@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3668-6714>

Аннотация. Введение. Под трансформацией понимается изменение свойств воздушной массы: ее температуры, влажности, устойчивости. Особенно сильны трансформационные изменения летом при смещении холодного воздуха Арктического бассейна на континентальные районы Евразии. При эмпирическом изучении процесса трансформации существуют сложности, связанные с определением ее начала и окончания. Учитывая, что трансформационные процессы сильно зависят от географических и метеорологических факторов, в настоящей статье рассмотрим особенности протекания этих процессов в Нижнем Поволжье. **Теоретический анализ.** Рассматриваются интенсивность и скорость трансформации. За интенсивность трансформации принята величина повышения средней суточной температуры воздуха при стационарировании арктического антициклона. Скорость трансформации оценивалась по величине междусуточной изменчивости температур. **Заключение.** Средняя продолжительность стационарирования арктических антициклонов в Нижнем Поволжье – пять дней. За время их стационарирования воздушная масса прогревается на 5–8°C, при смещении с севера на юг интенсивность трансформации уменьшается. Максимальная скорость трансформации наблюдается в Саратове и Волгограде на вторые сутки, в Самаре и Астрахани – на третьи. В июле и августе наибольшая скорость трансформации отмечается на четвертые сутки в Самаре, на третьи – в Саратове и на вторые – в Волгограде и Астрахани.

Ключевые слова: воздушные массы, трансформация, арктический антициклон, междусуточная изменчивость температуры воздуха

Для цитирования: Морозова С. В., Полянская Е. А., Алимпиева М. А., Петрова А. А. Особенности летней трансформации воздушных масс в Нижнем Поволжье при стационарировании арктических антициклонов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 1. С. 51–55. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-51-55>, EDN: RMRDZO

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Peculiarities of summer transformation of air masses in the Lower Volga region of stationary arctic anticyclones

S. V. Morozova[✉], E. A. Polyanskaya, M. A. Alimpieva, A. A. Petrova

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Svetlana V. Morozova, swetwl@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5216-976X>

Elena A. Polyanskaya, kafmeteo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2678-7238>

Mariya A. Alimpieva, alimpiewa@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4422-8835>

Alina A. Petrova, lina-petrova-02@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3668-6714>

Abstract. Introduction. Transformation is understood as a change in the properties of an air mass: its temperature, humidity, and stability. Transformation changes are especially strong in the summer when cold air from the Arctic basin shifts to the continental regions of Eurasia. When empirically studying the transformation process, there are difficulties associated with determining its beginning and end. Considering that transformation processes are highly dependent on geographical and meteorological factors, it is interesting to study the specifics of this process in the Lower Volga region. **Theoretical analysis.** The intensity and speed of transformation are considered. The magnitude of the increase in the average daily temperature during the stationary state of the Arctic anticyclone is taken as the intensity of transformation. The speed of transformation was estimated by the magnitude of the inter-day temperature variability. **Conclusion.** The average duration of stationarity of Arctic



anticyclones in the Lower Volga region is five days. During their stationarity, the air mass warms up by 5–8°C, and the intensity of transformation decreases when shifting from north to south. The maximum transformation speed is on the second day in Saratov and Volgograd, on the third – in Samara and Astrakhan. In July and August, the highest transformation speed is noted on the fourth day in Samara, on the third – in Saratov, and on the second – in Volgograd and Astrakhan.

Keywords: air masses, transformation, arctic anticyclone, inter-day variability of air temperature

For citation: Morozova S. V., Polyanskaya E. A., Alimpieva M. A., Petrova A. A. Peculiarities of summer transformation of air masses in the Lower Volga region of stationary arctic anticyclones. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 1, pp. 51–55 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-1-51-55>, EDN: RMRDZO

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Под трансформацией понимается изменение свойств воздушной массы: ее температуры, влажности, устойчивости и т. п. [1–3]. Однако наиболее важным и значимым является именно изменение ее температуры. Трансформационные процессы играют важную роль в изменении погоды от суток к суткам. Особенно сильны трансформационные изменения летом при смещении холодного воздуха Арктического бассейна на континентальные районы Евразии. Например, при смещении холодного арктического воздуха на территорию Западной Сибири и Северного Казахстана температура воздушной массы может повыситься на 14°C, при этом максимальная скорость трансформации наблюдается в течение первых трех суток, а междусуточная изменчивость температур составляет 4–5°C. Потом скорость трансформации замедляется до 1–2°C в сутки, и примерно на седьмые сутки трансформация заканчивается [2, 3].

Приведенные данные [2, 3] были получены эмпирическим путем при анализе аэрологического и синоптического материала от срока к сроку. Однако при эмпирическом способе оценки трансформационных изменений существуют определенные трудности. Учитывая, что процесс трансформации идет непрерывно, довольно сложно определить моменты начала и окончания этого процесса. Обычно за начало трансформации принимается момент, когда междусуточная изменчивость температуры составляет 4–5°C, а за окончание – когда междусуточная изменчивость температуры станет равной 1–1.5°C. Причем для более корректного определения момента окончания трансформации рекомендуется привлекать и изобарическую поверхность АТ-850 гПа, на уровне которой среднесуточные изменения температуры станут такими же, как и у поверхности земли (1–1.5°C) [2].

Трансформационные процессы протекают по-разному в различных географических районах и зависят от характера барического поля, от стратификации воздушной массы, от скорости и направления ветра на высоте, от условий радиационного баланса, от свойств подстилающей поверхности, реализующей приходящее к ней тепло. Все это накладывает определенную специфику на трансформационные изменения.

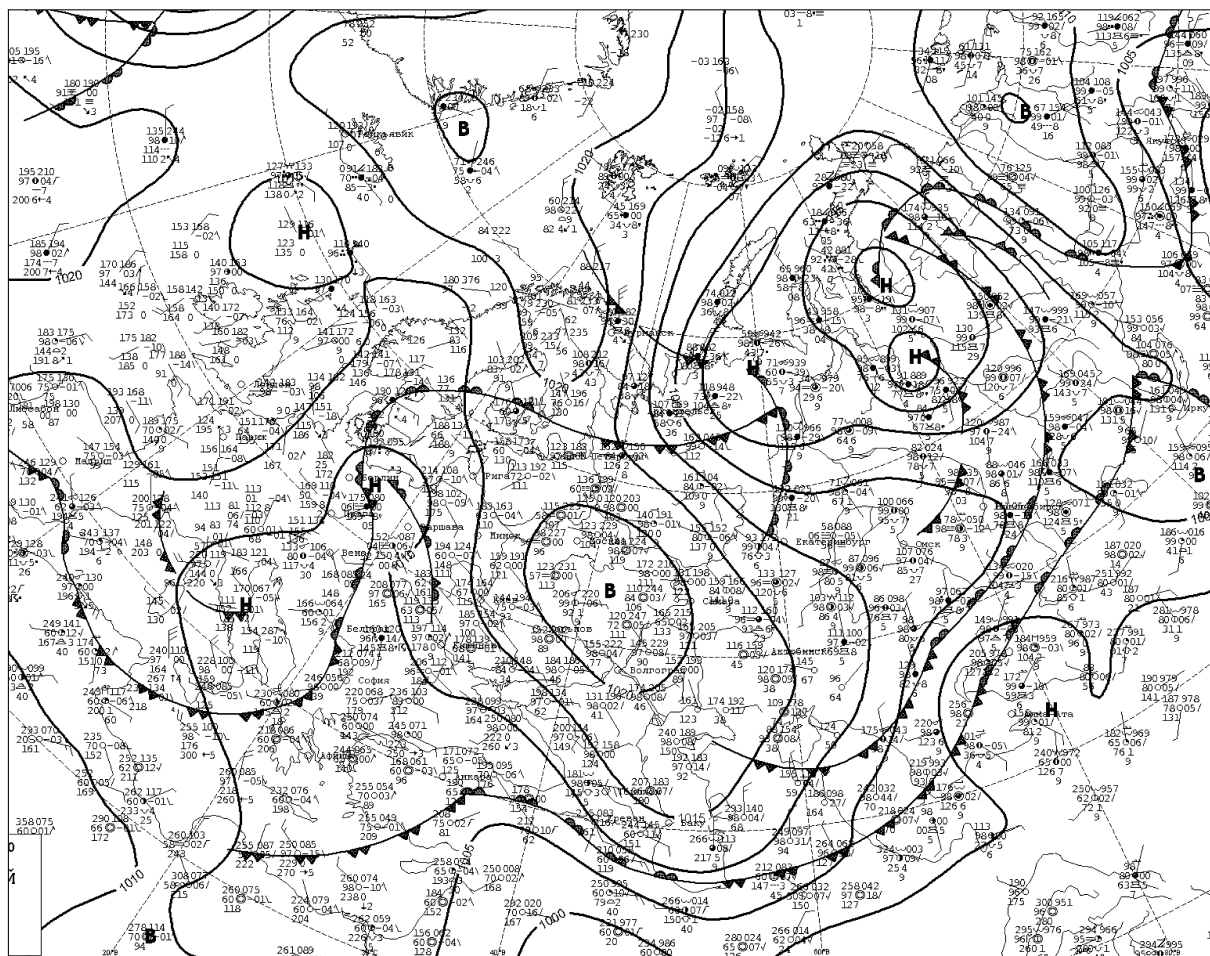
Цель настоящей работы – рассмотреть процессы трансформации в Нижнем Поволжье летом при определенной форме барического рельефа.

Материал и методика исследований

Исследование трансформационных процессов проводилось по четырем пунктам Нижнего Поволжья – Самара, Саратов, Волгоград и Астрахань. Для выполнения исследования использовались средние суточные температуры воздуха [4] и данные срочных наблюдений в 15 ч местного времени для Самары, Саратова и Волгограда, в 12 ч местного времени – для Астрахани [5]. Необходимые материалы выбирались с сайтов [4, 5]. Временной промежуток исследования – период с 1998 по 2021 гг. В работе условно принято, что часть Самарской области и территория Саратовской области характеризуют северную часть Нижнего Поволжья, Волгоградская область – центральную часть, Астраханская область – южную часть Нижнего Поволжья.

Синоптический процесс, при котором рассматривались трансформационные изменения – воздействие арктических антициклонов. По региональной классификации В. Л. Архангельского [6] и Е. А. Полянской [7]. Пример воздействия на выбранный регион арктического антициклона представлен на карте погоды за 11 августа 2008 г. (рисунок). Видно, что первоначально арктический антициклон распространялся на Нижнее Поволжье с севера Баренцева моря и стационарировал на востоке Европейской части России, в том числе и в Нижнем Поволжье, в период с 10 по 25 августа, а затем сместился на территорию Западной Сибири.

Из архива синоптического материала выбирались случаи воздействия арктического антициклона, причем период воздействия этого типа процесса должен быть не менее трех суток. В ранее выполненных работах [6, 9, 10] было установлено, что при смещении арктического антициклона в пункте наблюдения средняя суточная температура сначала падает, а затем начинает повышаться. Период падения температуры не превышает двух суток, поэтому при оценке трансформационных изменений в период воздействия арктического антициклона выбран именно этот временной интервал.



Фрагмент приземной карты погоды за 11 августа 2008 г. [8]

Другим принятым в работе условием трансформационных изменений стало повышение средних суточных температур от суток к суткам. Это условие исключает адвективный фактор, связанный с понижением температуры воздуха при смещении на территорию арктических ядер. Трансформация начинается с прогрева поступившего холодного воздуха.

Таким образом, критериями трансформации в настоящем исследовании стало следующее:

- 1) воздействие арктического антициклона на рассматриваемую территорию не менее трех суток; считаем, что нахождение над территорией указанного барического образования более трех суток является стационарированием;
- 2) от суток к суткам должно происходить повышение средней суточной температуры, причем количественный критерий междусуточной изменчивости не применялся.

Укажем, что выбранные нами критерии эмпирического определения трансформации отличаются от традиционного подхода – не используется количественный критерий междусуточной

изменчивости и применяется циркуляционный фактор.

В соответствии с принятыми условиями для каждого пункта выбирались случаи воздействия арктического антициклона и рассчитывалось изменение средних суточных и срочных температур от суток к суткам.

Результаты и их обсуждение

За исследуемый период времени – с 1998 по 2021 гг. – наблюдалось 144 случая стационарирования арктических антициклонов в Нижнем Поволжье (табл. 1). Видно что больше всего случаев стационарирования арктических антициклонов отмечается в июле, меньше всего – в августе.

В табл. 2 приведены значения повышения температуры воздуха у земной поверхности в рассматриваемой форме барического рельефа.

Видно, что продолжительность стационарирования арктических антициклонов во всех частях (северной, центральной и южной) Нижнего Поволжья примерно одинакова – 5 дней. Однако от северной к южной его части продолжитель-



Таблица 1

Число случаев стационарирования арктических антициклонов в Нижнем Поволжье

Пункт	Июнь	Июль	Август
Самара	12	17	14
Саратов	13	17	6
Волгоград	10	13	11
Астрахань	13	10	8

Таблица 2

Изменение температуры воздуха, °С и продолжительность стационарирования арктических антициклонов, в днях

Пункт	Июнь			Июль			Август			Всего за год		
	Температура		ПСАА	Температура		ПСАА	Температура		ПСАА	Температура		ПСАА
	Δt	$\Delta t_{15 \text{ ч}}$		Δt	$\Delta t_{15 \text{ ч}}$		Δt	$\Delta t_{15 \text{ ч}}$		Δt	$\Delta t_{12 \text{ ч}}$	
Самара	7.6	9.4	4.9	7.2	7.4	4.9	6.7	8.4	4.6	7.2	8.4	4.8
Саратов	7.3	8.7	4.9	6.1	7.6	4.8	5.7	5.9	4.9	6.4	7.4	4.9
Волгоград	6.1	7.1	4.5	5.2	6.3	4.8	5.0	6.4	4.3	5.7	6.6	4.5
Астрахань	4.5	7.3	4.4	4.6	5.8	4.5	4.1	6.0	4.1	4.4	6.4	4.4

Примечание. ПСАА – продолжительность стационарирования арктических антициклонов.

ность стационарирования несколько уменьшается. Это, по-видимому, связано с тем, что начать восточное смещение антициклонам мешает естественная преграда – Уральский хребет. В южной части Нижнего Поволжья такая преграда отсутствует, и они чаще уходят на восток. Именно эта синоптическая ситуация отражена на рисунке.

Изменчивость средних суточных температур, характеризующая интенсивность трансформации, колеблется в пределах от 4 до 8°C. Причем самые сильные изменения наблюдаются в северной части Нижнего Поволжья, к югу изменчивость температур падает. Это вполне объяснимо, так как к югу смещается уже относительно прогретая воздушная масса. Изменчивость температур в дневные сроки наблюдений обнаруживает аналогичную тенденцию, их значения примерно на два градуса выше средних суточных.

Для оценки скорости трансформации рассчитана междусуточная изменчивость температур. Так как средняя продолжительность трансформационных изменений в регионе составляет 5 дней, то выбраны случаи трансформации продолжительностью 6 дней и рассчитаны разности изменения средней суточной температуры от последующих суток к предыдущим (табл. 3).

Как видно из таблицы, наибольшая скорость трансформации отмечается во вторые – третьи сутки, однако пространственно-временная вариабельность очень велика. Так, в Самаре максимальная скорость трансформации отмечается в июне на третьи сутки, в июле и августе – на четвертые. В Саратове максимальная скорость трансформации имеет место на вторые

сутки в июне, на третьи – в июле и августе. В Волгограде самая быстрая трансформация наблюдается на вторые сутки в июне, на первые – в июле и августе. В Астрахани быстрее всего воздух прогревается на третьи сутки в июне, на вторые – в июле и августе.

Из сказанного можно заключить, что процессы трансформации в июне протекают по большей части своеобразно, а в июле и августе трансформационные процессы проявляются идентично. Причем эта особенность характерна для всех частей Нижнего Поволжья.

Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Средняя продолжительность стационарирования арктических антициклонов в Нижнем Поволжье – пять дней. За время их стационарирования воздушная масса прогревается на 5–8°C, при смещении с севера на юг интенсивность трансформации уменьшается.

Максимальная скорость трансформации – на вторые сутки в Саратове и Волгограде, на третьи – в Самаре и Астрахани. В июле и августе наибольшая скорость трансформации отмечается на четвертые сутки в Самаре, на третьи – в Саратове и на вторые – в Волгограде и Астрахани.

Таким образом, с учетом барического рельефа оценены интенсивность и скорость трансформации воздушных масс в Нижнем Поволжье и опробован более корректный способ определения времени начала и окончания процесса трансформации.



Таблица 3

**Междусуточная изменчивость температур при стационарировании арктических антициклонов
в Нижнем Поволжье, °С**

Пункт	Месяц	Сутки				
		1-е	2-е	3-е	4-е	5-е
Самара	июнь	2.0	1.7	2.1	1.7	1.6
	июль	1.2	1.4	1.1	1.5	1.2
	август	1.8	1.7	1.7	1.9	1.3
	среднее	1.7	1.6	1.6	1.7	1.5
Саратов	июнь	1.4	2.1	1.5	0.8	0.2
	июль	1.7	1.5	2.9	2.0	0.9
	август	1.9	1.5	2.7	2.1	0.7
	среднее	1.7	2.4	1.6	0.6	0.6
Волгоград	июнь	1.9	2.2	0.9	0.7	0.3
	июль	2.2	1.1	1.5	0.5	0.1
	август	2.4	0.9	1.1	0.7	0.6
	среднее	2.1	1.4	1.2	0.6	0.3
Астрахань	июнь	1.5	1.4	1.7	0.2	0.8
	июль	1.1	1.7	0.9	0.7	1.0
	август	1.8	1.9	0.7	1.3	0.9
	среднее	1.5	1.7	1.1	0.4	0.9

Примечание. В графе «1-е сутки» данные означают трансформационные процессы от первых суток ко вторым, в графе «2-е сутки» – от вторых к третьим и т. д. Жирным выделено максимальное значение скорости трансформации.

Библиографический список

1. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь. Л. : Гидрометеиздат, 1974. 488 с.
2. Зверев А. С. Синоптическая метеорология. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 712 с.
3. Воробьев В. И. Синоптическая метеорология. Л. : Гидрометеиздат, 1991. 616 с.
4. Суточные температуры воздуха и количество осадков на территории России // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды : [сайт]. URL: <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#доступ-к-данным> (дата обращения: 20.04.2024).
5. Основные метеорологические параметры (срочные данные) // Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных : [сайт]. URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters> (дата обращения: 05.04.2024).
6. Архангельский В. Л. Региональная синоптика Нижнего Поволжья. Саратов : Изд-во Саратовского университета, 1968. 208 с.
7. Полянская Е. А. Синоптические условия и явления погоды в Нижнем Поволжье. Саратов : Изд-во Саратовского университета, 1986. 208 с.
8. Карты фактической погоды – приземный анализ и аэрология. URL: <https://meteoinfo.ru/mapsynop> (дата обращения: 17.09.2024).
9. Дубенцов В. Р. Летняя трансформация воздушных масс над континентом // Труды Центрального института прогнозов. 1949. Вып. 17. С. 3–63.
10. Морозова С. В. Исследование синоптических процессов методом эталонов. Саратов : Изд-во Саратовского университета, 2013. 164 с. EDN: THBKFR

Поступила в редакцию 06.10.2024; одобрена после рецензирования 20.11.2024; принята к публикации 19.12.2024; опубликована 28.02.2025

The article was submitted 06.10.2024; approved after reviewing 20.11.2024; accepted for publication 19.12.2024; published 28.02.2025