

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

**Исследование волн тепла и холода в Средней Азии (на примере
Бишкека)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ (МАГИСТЕРСКОЙ, ДИПЛОМНОЙ)
РАБОТЫ

студента 5 курса 521 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Кулыева Ильгиза Фаильевича

Научный руководитель

доцент, к.г.н., доцент

подпись, дата

С.В. Морозова

Зав. кафедрой

к.г.н., доцент

подпись, дата

М.Ю. Червяков

Саратов 2023

ВВЕДЕНИЕ В настоящей работе проводится исследование сменяющихся друг друга периодов значительных потеплений и похолоданий в Средней Азии. В научной литературе для таких периодов приняты понятия «волн тепла» и «волн холода». Происхождение температурных волн связано с адвекцией теплой воздушной массы или вторжением холодной [1]. Значительные повышения и резкие понижения температуры имеют определенное направление распространения по территории и с течением времени увеличивают площадь своего воздействия.

Волнами данные явления называют из-за волнообразного падения или роста кривой на графике изменения средней суточной температуры воздуха [2, 3]. При прохождении волн тепла или холода значение средней суточной температуры воздуха отклоняется от нормы (среднего многолетнего значения) и по прошествии волны восстанавливается в пределах нормы, редко, однако с ней совпадая, соответственно и температурная кривая на графике также выравнивается.

Глобальное потепление сопровождается увеличением частоты периодов с экстремально высокой и низкой температурой [4, 5]. По подсчетам Климатического центра Росгидромета глобальное потепление затрагивает Россию таким образом, что температура воздуха в России в последние десятилетия повышается более чем в 2,5 раза быстрее глобальной и не прослеживается тенденция к замедлению потепления [6, 7]. Под «глобальной» подразумевается осредненная по всему земному шару приповерхностная температура.

Волны тепла (жары) и холода являются неблагоприятным метеорологическим явлением. Они повышают риски в сельском и лесном хозяйствах, транспортной отрасли экономики и многих других, отрицательно сказываются на здоровье и самочувствии человека, в том числе изменяя статистику смертности, экстремальные значения температуры влияют на устойчивость и прочность зданий, рабочие характеристики техники, состояние инфраструктуры ЖКХ, создают условия для засух, иногда катастрофических,

для пожароопасности, загрязнения атмосферы, тем самым в немалой степени формируя и экологическую обстановку [5, 8].

Критерии выделения волн тепла и холода зависят от задачи научного исследования или целей прикладного использования такой информации. Если волны исследуются с точки зрения их влияния на здоровье и комфортное существование человека, то одним из критериев будут опасные температурные пороги, превышение которых приводит к возрастанию смертности. Чем теплее климат, тем выше величина показателя, называемого оптимальной температурой, при которой смертность от избыточной нагрузки на систему терморегуляции организма минимальна [9].

Для примера, в Нидерландах (западная Европа) порог оптимальной температуры равняется 16,5 °С, а в Брисбене (восточное побережье Австралии) этот критерий равен уже 24,0 °С [9]. Чем южнее локализация изучаемого населенного пункта, тем выше так называемый температурный порог.

Существуют различные подходы в выборе критериев для выделения волн тепла и холода. За основу исследования волн могут брать отклонения температуры от среднесуточной, отклонения от максимальной суточной (дневная по показаниям максимального термометра) либо от минимальной (по показаниям минимального термометра при адвективном переносе или ночном выхолаживании), или сочетание этих показателей – одного из них, как основного, со вторым уточняющим [10, 11].

Одной из целей исследования волн тепла и холода является возможность прогнозирования их возникновения. Волны тепла и волны холода являются наглядной и удобной в анализировании формой представления резких перепадов средней суточной температуры воздуха [12]. Анализ волн тепла и холода – один из современных методов исследования температурного режима среды обитания человека.

Цель работы: Провести статистическое и синоптическое исследования резких изменений температуры воздуха в Средней Азии. Для достижения данных целей решались следующие задачи:

Задачи работы:

а) На основе графиков изменения среднесуточной температуры воздуха выделить волны тепла и холода различной интенсивности и продолжительности.

б) Подсчитать повторяемость различных волн. Определить повторяемость влажных волн – волн, сопровождающихся осадками.

в) Исследовать синоптические условия формирования волн различной интенсивности.

Основное содержание работы Во Введении рассматривается понятие температурных волн и критерии их выделения для проведения климатологического исследования. В главе 1 дается общая характеристика климата, исследуемого географического района. В главе 2 описываются типы синоптических процессов, участвующие в формировании погоды и климата в Средней Азии. В главе 3 устанавливается методика, которая будет применяться в исследовании, дается описание этапов работы, условия выделения волн тепла и холода. В разделе 4.1 приводятся расчеты в форме таблиц и гистограмм, параллельно ведется анализ полученных данных. В разделе 4.2 проводится анализ синоптического положения, под влиянием которого возникали периоды потеплений и похолоданий. Для анализа используются приземные карты погоды за 00 ч Гринвичского времени. В Заключение делаются основные выводы из проведенного исследования. Работа сопровождается приложениями.

В исследуемом десятилетии количество волн тепла и волн холода в январе различается незначительно. За данный период проанализировано 68 волн, из которых 32 теплых и 36 холодных.

Самая продолжительная волна тепла в январе образовалась в 2013 году и длилась 9 дней. Она имела при этом очень высокую интенсивность – перепад температуры при ней составил 14,8 °С. Самая интенсивная волна тепла в январе образовалась в 2018 году, при которой перепад температур составлял 20,6 °С. Просуществовала волна 4 дня, что на 3 дня короче средней продолжительности холодной волны для января. Самая продолжительная волна холода в январе образовалась в 2020 году и длилась 12 дней. Ее интенсивность при этом была

средней. Самая интенсивная волна холода в январе образовалась в 2018 году, как и в случае самой интенсивной волны тепла в тот же год. Перепад температур составил 29,0 °С. Просуществовала волна 7 дней, что для января равно средней продолжительности холодной волны.

В январе наибольшую повторяемость имеют теплые интенсивные волны. В данной градации повторяемость холодных волн ниже повторяемости теплых на 17,7 %. Повторяемость волн холода превышает волны тепла в случае средней интенсивности температурной волны. Разница составляет 9,7 %. Слабые волны за рассматриваемый временной промежуток возникали крайне редко. Число случаев слабых волн тепла составил 3,1 %, волн холода – 11,1 %.

Из проведенного анализа следует вывод о том, что в Бишкеке в формирование температурного режима января последних 10 лет наибольший вклад внесли, во-первых, волны тепла высокой интенсивности, которые возникали на 17,7 % чаще холодных той же градации, во-вторых – преобладание по числу случаев волн холода над волнами тепла в первой и второй градациях (на 8,0 и 9,7 % соответственно), и в-третьих, волны тепла средней интенсивности, являвшиеся сопоставимыми по частоте случаев с волнами холода из следующей по возрастанию интенсивности градации. Таким образом, в январе волны тепла средней и высокой интенсивности производили смягчающее действие на температурный режим морозного месяца.

Аналогичный анализ данных был проведен по центральному месяцу летнего сезона – июлю.

В исследуемом десятилетии различие между количеством волн тепла и волн холода в июле еще менее значительное, чем в январе. За данный период проанализировано 53 волны, из которых 26 теплых и 27 холодных.

Самая продолжительная волна тепла в июле образовалась в 2013 году и длилась больше двух декад, а именно 23 дня. С 4-го по 27 июля на фоне данной волны тепла 6 раз были однодневные похолодания – 7, 10, 14, 18, 21 и 23 июля. В связи с чем короткие волны тепла, прерываемые однодневными похолоданиями следует считать одной волной. Она была к тому же интенсивной

– перепад температуры при ней составил 10,5 °С. Это всего лишь на 0,3 °С меньше интенсивности самой интенсивной июльской волны тепла, о которой будет сказано далее.

Самая интенсивная волна тепла в июле образовалась в 2018 году, как и самые интенсивные январские волны тепла и холода 2018 года. Перепад температур при ней составил 10,8 °С. Просуществовала волна 6 дней, что на 2 дня меньше средней продолжительности теплых волн для июля.

Самая продолжительная волна холода в июле образовалась в 2020 году (как и самая продолжительная январская волна холода того же года). Она длилась 8 дней, ее интенсивность при этом была средней (6,4 °С). Самая интенсивная волна холода в июле образовалась в 2016 году. Перепад температур составил 13,3 °С. Продолжительность данной волны холода составила 5 дней, что равно средней продолжительности холодных волн для июля.

В июле наибольшую повторяемость имеют волны холода средней интенсивности. Но в этой градации повторяемость теплых волн ниже повторяемости холодных только на 2,2 %. Таким образом, пик возникновения как волн тепла, так и волн холода приходится на среднюю интенсивность температурной волны. Повторяемость волн тепла превышает повторяемость волн холода в последней градации. Разница составляет 8,7 %. Таким образом, интенсивных теплых волн было больше, чем интенсивных холодных. Повторяемость волн холода превышает волны тепла в первой и, как уже было сказано, во второй градациях. Разница составляет соответственно 6,4 и 2,2 %.

Из проведенного анализа следует вывод о том, что в Бишкеке в формирование температурного режима июля последних 10 лет наибольший вклад внесли, во-первых, интенсивные волны тепла, которые возникали на почти девять процентов чаще холодных той же градации, а, во-вторых – преобладание волн холода над волнами тепла в первой и второй градациях (на 6,4 и 2,2 % соответственно), которые произвели смягчающее действие на температурный режим жаркого месяца.

Результаты расчетов по продолжительности волн показывают, что в январе холодных дней по естественной причине больше, чем теплых. Средняя продолжительность холодных волн средней и малой интенсивности¹ ровно в 2 раза больше, чем теплых в пределах тех же градаций. Однако, средняя продолжительность интенсивных волн холода равна средней продолжительности интенсивных волн тепла. Данное обстоятельство вносит в температурный режим января определенную долю равновесия между количеством холодных и относительно теплых дней. Средняя продолжительность волн холода за рассмотренный период в целом на 2 дня выше, чем волн тепла и равна 7 дням.

В отличие от температурных условий центрального месяца зимнего сезона в июле по тем же причинам естественного характера теплых дней было больше, чем холодных. В среднем интенсивные теплые волны длились больше интенсивных холодных почти в 3 раза. Теплые второй градации длились в 1,5 раза больше холодных той же градации. В первой градации различие в продолжительности равнялось только 1 дню в пользу волн тепла. Число дней теплых волн возрастает от первой градации к последней. Средняя продолжительность волн тепла за рассмотренный период в целом на 3 дня выше, чем волн холода и равна 8 дням.

По расчетам осадки, как в январе, так и в июле чаще выпадали при развитии волн холода, и особенно в январе. В январе было 33 влажных волны холода и 8 влажных волн тепла, что составляет 91,7 и 25,0 % соответственно. Таким образом в январе вместе с тем было 3 сухих холодных волны и 24 сухих теплых, что составляет соответственно 2,9 и 75,0 %. В июле было 16 влажных волн холода и 10 влажных волн тепла, что составляет 59,3 и 38,5 % соответственно. Таким образом в июле вместе с тем было 11 сухих холодных волн и 16 сухих теплых, что составляет соответственно 40,7 и 61,5 %.

¹ Вторая и первая градации соответственно.

В центральный месяц зимнего сезона более 90 % холодных волн были влажными, и только четверть теплых волн сопровождалась осадками. Больше всего было влажных волн холода средней и высокой интенсивности, чья повторяемость составила 44,4 и 38,9 % соответственно. Необходимо отметить, что полностью отсутствуют слабые волны тепла, при которых выпадали бы осадки.

В центральный месяц летнего сезона около 60 % приходится на влажные волны холода и около 40 % – на влажные волны тепла. При этом является одинаковым число влажных волн тепла во второй и третьей градациях, которые занимают по 15,4%, и то же самое обстоит с влажными волнами холода в тех же градациях, которые занимают по 22,2%. То есть повторяемости одноименных волн во второй и третьей градациях идентичны друг другу. В первой градации влажных волн холода больше, чем влажных волн тепла почти в 2 раза.

Изучив статистические характеристики теплых и холодных волн в Бишкеке, был проведен синоптический анализ их формирования. Для проведения анализа были выбраны волны с перепадом температур 10,1 °C и выше. Подробный синоптический анализ приводится в бакалаврской работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 За исследуемый 10-летний период изучена 121 волна, из которых 58 теплых и 63 холодных. Число случаев всех волн в январе (68) выше, чем в июле (53).

2 У холодных волн и в январе, и в июле наибольшая повторяемость приходится на волны средней интенсивности. У теплых волн наибольшая повторяемость приходится на интенсивные волны в январе и на волны средней интенсивности в июле.

3 В январе повторяемость и волн тепла, и волн холода повышается с ростом интенсивности, в июле – она существенно не меняется в сторону повышения с изменением интенсивности ни у волн тепла, ни у волн холода.

4 В январе преобладают волны тепла высокой интенсивности (3 градация), в июле – волны холода средней интенсивности.

5 Теплые волны в теплый период продолжались дольше холодных. Холодные волны в холодный период продолжались дольше теплых. То есть в январе по естественным причинам холодных дней больше, чем теплых, а в июле по тем же причинам естественного характера теплых дней больше, чем холодных.

6 В январе 80 % всех выпадающих осадков связаны с волнами холода и только 20 % с волнами тепла. В июле с волнами холода связаны 62 % всех выпадающих осадков, а с волнами тепла – 38 %.

7 Выпадение осадков при перепадах среднесуточных температур связано с фронтальными разделами, а осадки при слабых волнах тепла и холода можно отнести к внутримассовым. Случаев выпадения осадков на фоне слабых волн было в январе 3, в июле 6. Наибольшее количество осадков было при слабой волне холода в январе 2012 года и составило 25,6 мм при перепаде температур 3,6 °С.

8 В январе формирование интенсивных влажных волн холода связано с циклоническими формами барического рельефа, сухих волн холода средней интенсивности, а также интенсивных волн тепла, как сухих, так и влажных – с антициклоническими формами барического рельефа.

9 На исследуемом промежутке времени и в январе, и в июле ни разу не наблюдалось интенсивных сухих волн холода. Большинство интенсивных волн тепла в январе оказываются сухими. В исследуемый период интенсивные сухие волны составили 82 %, влажные – 18 %.

10 В январе волны холода практически всегда сопровождаются осадками и чаще всего формируются при активных заторах холода в тыловую часть циклона. Поэтому там тепла быть не может. Осадки связаны с фронтальными разделами основного и вторичного холодных фронтов в тылу циклона. И, как уже было сказано холодных сухих интенсивных волн в январе не наблюдалось.

11 Сухие волны тепла в июле формируются в малоградиентных полях. Влажные волны формируются в малоградиентных полях низкого давления. Сухие теплые волны в июле формируются за счет трансформационного прогрева

в малоградиентных полях высокого давления, как правило в полярной (то же, что и умеренной) воздушной массе.

Как уже отмечалось, в январе волн возникало больше, чем в июле, что указывает на бóльшую неустойчивость температурного режима в январе. Согласно справочнику по климату СССР, в котором приведены многолетние средние месячные и годовые температуры воздуха, вычисленные за период 1881–1980 годов, средняя месячная температура января в Бишкеке равна $-5,0$ °С, июля $24,4$ °С, годовая $10,1$ °С. На графиках, приведенных в приложениях А, Г, Д можно видеть, что среднесуточная температура обычно не совпадает со средней многолетней.