

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра географический факультет

**Оценка суровости зимних погод в Саратове**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 5 курса 521 группы

направления (специальности) 05.03.05 Прикладная гидрометеорология  
географического факультета

Малетиной Татьяны Анатольевны

Научный руководитель  
профессор, д.г.н., доцент

\_\_\_\_\_

А.Б.Рыхлов

Заведующий кафедрой  
д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

М.Б.Богданов

Саратов 2017 год

**Введение.** В последние годы как в нашей стране, так и за рубежом значительно усилились исследования в области биометеорологии человека. Одним из центральных вопросов биометеорологии является изучение влияния метеорологических факторов на тепловой баланс и тепловое состояние человека. Влияние климата на организм человека складывается из разнообразных воздействий факторов внешней среды, составляющих сложный климатический комплекс. К ним относятся метеорологические (атмосферные), радиационные (космические) и земные (теллурические) факторы. Организм реагирует как на отдельные преобладающие элементы перечисленных групп факторов, так и на их сочетания, образующие различные варианты погодных ситуаций. Необходимость учета влияния климата на организм человека вытекает из практических задач по созданию эффективных средств защиты человека от неблагоприятных климатических условий, при организации курортного лечения и отдыха, при нормировании труда на открытом воздухе, проектировании одежды и жилища, при гигиенической оценке климата и так далее.

Целью работы является оценить суровость погоды зимнего периода в Саратове. Для ее достижения были поставлены и решены следующие задачи: оценка факторов, определяющих суровость погод в зимний период; определить современные методы оценки суровости зимнего периода; оцененение суровости погод зимнего периода в Саратове.

В качестве исходных данных использовались данные наблюдений на метеостанции "Саратов-Юго-Восток" в период 1988-1998 годы.

В результате проделанной работы удалось установить:

а) анализ оценки суровости погоды методом Бодмана [12] в 43% случаев, погода в Саратове наблюдалась умеренно суровая. Вместе с малосуровой и несуровой погодой, эти типы погоды составляют в общей сложности почти 80% от общего числа зимних дней. Крайне суровая зима встречается исключительно редко, в 0,4% случаев;

б) расчеты по индексу Сайпла показали, что холодная погода за 10 лет встречалась в 34,5% случаев, прохладная в 22% случаев, что в сумме составляет 56,5%. Анализ показал, что результаты расчетов по индексам Бодмана и Сайпла дают разные результаты. Бодман оценивает степень суровости погоды по 7 градациям, а Сайпл лишь по 4 градациям. Поэтому жестоко холодная зима по индексу Сайпла составила 16% случаев, что для условий Саратова много.

в) расчеты по параметру Арнольди показали, что погода укладывается в градации до 30 баллов жесткости, границу ограничения пребывания людей на воздухе лишь 0,2% и делает работу на улице недопустимой.

г) анализ суровости погоды по трем показателям (Бодмана, Сайпла, Хайруллина) показал, что наиболее суровыми зимами были зима 1987-1988 годов и 1995-1996 годов и 1997-1998 годов. Самым суровый был зимний сезон 1987-1988 годов, когда наблюдалось наибольшее число случаев с суровыми и жестоко суровыми условиями погоды. Повторяемость этих погод по индексу Бадмана составила 32% случаев, по индексу Сайпла 60% случаев и по значениям приведенных температур 29% случаев.

Наименее суровой, более мягкой была зима 1994-1995 годов, когда в половине случаев по индексу Бодмана отмечались мало суровые условия погоды и лишь в 7% случаев встречались суровые погоды.

По индексу Сайпла повторяемость жестоко холодных условий погоды в зимний период 1094-1995 годов составила 4%, а по значениям приведенных температур слабый дискомфорт отмечался в 8% случаев.

Из 33 зимних месяцев [6] было выявлено суровыми - 5 января, 4 февраля, 1 декабрь; мягкий - 3 декабря, 4 февраля, 2 января.

д) расчеты показывали, что степень суровости погоды зимних сезонов в условиях Саратова определяется не низкими температурами воздуха, которые практически за 10 лет не переходили границу  $-30^{\circ}\text{C}$ , а усилением ветра. Так в 1989 году температура воздуха 5 января составила  $-3,3^{\circ}\text{C}$  при

скорости ветра 6 м/с, а 6 января  $-30,5^{\circ}\text{C}$  при штиле. Индекс Бодмана составил 2,98 и 2,22, т.е. при более высокой температуре он был больше, чем при  $30^{\circ}$  мороза. В обоих случаях теплоощущение соответствует одной градации-умеренно суровой погоде.

Именно ветер является главным ограничением пребывания и работы людей на свежем воздухе [14].

**Типизация погод зимнего сезона и их оценка.** Здоровье человека в большей степени зависит от факторов внешней среды, а также от условий жизни и производственной деятельности населения. Живой организм не существует в отдельности, вне окружающей среды, и все его функции неразрывно связаны с нею.

Физические и химические процессы, происходящие в окружающей среде, вызывают соответствующие изменения в физико-химических, физиологических отправлениях живого организма, отражаясь на его сердечно - сосудистой, нервной деятельности, на психике, поведении. Жизнеспособность и жизнедеятельность организма сохраняется при относительно постоянном температурном режиме тела. Наиболее благоприятными метеорологическими условиями для человека, находящегося в покое, являются температура воздуха от  $18$  до  $20^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности от 40 до 60 % и слабом ветра [1]. Однако человеку приходится жить не только при комфортных температурах среды, но и при температурах, как значительно более высоких, так и при более низких.

В настоящее время существует несколько классификаций погод. Наиболее известной является типизация погод Федорова – Чубукова, получившая широкое распространение в медицинской климатологии [2]. Среди морозных погод авторы выделяют слабо морозные (X класс), умеренно морозные (XI класс), значительно морозные (XII класс), сильно морозные (XIII класс), жестко морозные (XIV класс), крайне морозные (XV класс). Таким образом морозные погоды включают 6 классов, при которых температура воздуха в

течении суток все время отрицательная. Градации по классам сделаны на основе среднесуточной температуры. Каждый класс погоды (кроме слабо морозного) делится на погоду с ветром и без ветра (скорость ветра днем по флюгеру не больше 4 м/с, а ночью 1 м/с). Такое деление обусловлено тем, что ветер при низких температурах значительно ухудшает тепловое состояние человека и существенно изменяет медицинскую оценку погод.

Определение контрастной изменчивости погоды важна как для данной местности, позволяя оценить устойчивость ее климата и предвидеть возможности развития метеорологических реакций, так и для сравнения различных местностей, что дает возможность предвидеть неблагоприятные акклиматизационные реакции при переезде из одной местности в другую, выбрать для больных наиболее подходящее время для поездки на курорт.

В.И.Русанов предложил вычислять индекс изменчивости погод по формуле:

$$K = M : N \times 100, \quad (2.1)$$

где K-индекс изменчивости погод в %, M-число изменений классов погод, N-число дней в рассматриваемый период.

Е.М.Байбаков с соавторами считают, что следует учитывать только число контрастных изменений погоды, которые наиболее резко влияют на организм человека. В результате приведенных исследований авторы предложили различать 4 степени изменчивости погодного режима: а)очень устойчивый (K=25% и N- число дней с контрастной изменчивостью погоды в месяц < 7); б)устойчивый (K=25%, N 7-10); в)изменчивый (K=35-50%, N=11-15); г)сильно изменчивый (K=50% >16).

Анализ повторяемости контрастных смен погоды по территории Нижнего Поволжья показал, что контрастные смены в зимний период превышают 10 дней в месяц, а погодный режим в течении всей зимы характеризуется как изменчивый (35-50%) [3].

В.И.Русанов предавая решающее значение изменчивости метеофакторов, положил их в основу динамической классификации [4] погод, выделив 4 класса:

а)климатически благоприятный, характеризующийся междусуточным повышением давления и температуры и воздуха;

б)климатически менее благоприятный-при междусуточным понижении давления и температуры;

в)климатически неблагоприятный-при междусуточном понижении атмосферного давления и повышении температуры;

г)климатически очень неблагоприятный- при междусуточном повышении давления и понижении температуры.

**Методы оценки суровости погод зимнего сезона.** Одним из наиболее популярных методов оценки суровости погоды является метод Бодмана [12]. Степень суровости погоды в баллах он предлагает определять по следующей формуле:

$$S = (1 - 0,04 \cdot t) \cdot (1 + 0,272 \cdot V), \quad (2.2)$$

где  $S$  – индекс суровости (баллы),

$t$  – температура воздуха (°C),

$V$  – скорость ветра ( м/с ).

Для удобства и быстроты расчетов Бодман предложил шкалу, по которой в зависимости от температуры и скорости ветра определяется „жесткость погоды”. В соответствии со шкалой, при  $S < 1$  зима не суровая, мягкая; 1-2 зима мало суровая; 2 – 3 умеренно суровая; 3 – 4 суровая; 4 – 5 очень суровая; 5 – 6 жестко суровая; 6 –крайне суровая.

Основной недостаток данного метода заключается в том, что он не обоснован физиологически и не отражает реакцию организма человека на различные сочетания температурно- ветрового режима.

**Суровость погод зимнего сезона в Саратове.** Ветровой режим зимнего сезона характеризуется преобладанием северо – западного и южных ветров, а также западных и юго – восточных. Это связано с усилением западного переноса воздушных масс и стационарированием зимнего азиатского антициклона над Восточной Сибирью, отрог которого распространяется на запад и с сентября по май оказывает влияние на ветровой режим Нижнего Поволжья.

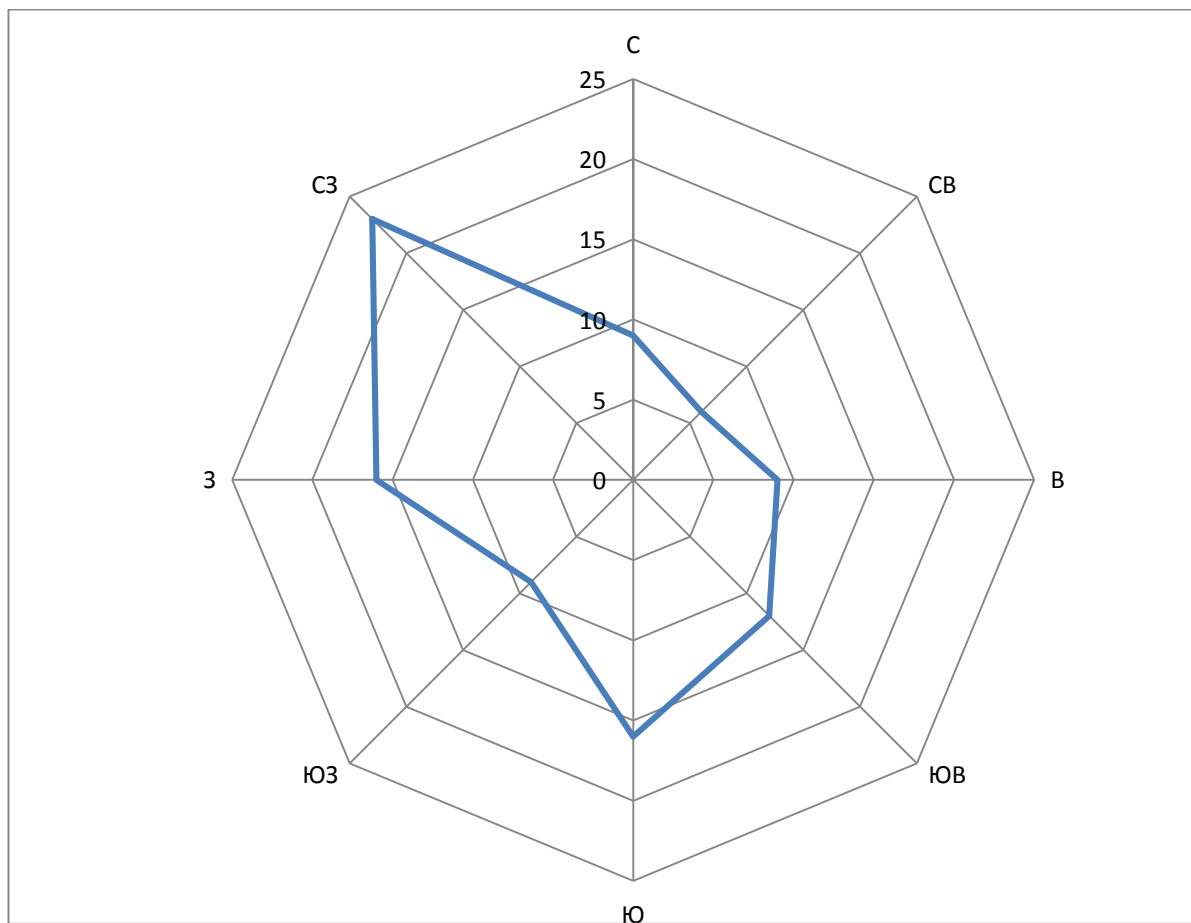


Рисунок 1.2 - Повторяемость ( %) ветров по румбам и штилей ( цифра в кружке ) зимой (составлено автором)

Средние месячные скорости ветра зимой не превышают 5 м/с. Чаще всего отмечается ветер со скоростью 2 – 5 м/с. Зимой уменьшается

повторяемость сильных ветров ( 15 м/с и более ). Ветры разных скоростей имеют различную продолжительность.

Наиболее устойчивы слабые ветры, сильные – обычно связаны с циклонической деятельностью на арктическом и полярном фронтах, при выходе циклонов с запада и стационаровании гребня зимнего азиатского антициклона в Нижнем Поволжье. Большие скорости ветра, как правило, имеют ветры преобладающих направлений: северо – западные, южные и юго – восточные. Максимум скоростей этих ветров зимой достигает 20 - 25 м/с. Суточный ход скорости ветра зимой сглажен.

Таблица 3.1 - Средние месячные скорости ( м/с) и повторяемость ( % ) ветров по направлениям, повторяемость штилей в зимние месяцы Саратова (составлено автором)

Месяц	С									Штиль
	С	СС-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З	V ср.	
XII	3.9	2.7	3.2	4.1	4.9	6.4	6.5	5.5	4.6	5
	3 3	3 3	8 8	1 17	2 25	8 8	1 15	2 21		
I	4.1	3.1	3.3	4.6	5.8	5.1	6.1	5.2	4.7	11
	6 6	2 2	1.0	1 17	2 21	7 7	1 15	2 22		
II	3.5	3.2	3.0	4.8	5.6	6.4	5.9	4.4	4.6	6
	8 8	5 2	5 11	1 17	1 16	8 8	1 12	2 23		
зима	3.8	3.0	3.2	4.5	5.4	6.0	6.2	5.0	4.6	7
	6 6	3 3	1 10	1 17	2 20	8 8	1 15	2 21		



1 строка – скорость ветра, 2 строка – повторяемость

Температура воздуха является одним из важнейших элементов климата. Характеристики температуры многообразны: средние значения, амплитуда, экстремумы и так далее. В декабре средняя месячная температура воздуха равна  $-8,3^{\circ}\text{C}$ . Наибольшая изменчивость температуры отмечается в зимние месяцы. Зимой суточный ход температуры выражен слабо. Междусуточная изменчивость температуры воздуха составляет в среднем около  $3^{\circ}\text{C}$ . Средняя минимальная температура служит характеристикой термического режима ночью. Она является надежным показателем суровости зимы. Средняя минимальная температура в Саратове в январе и феврале равна  $-14,5^{\circ}\text{C}$  и  $-14,8^{\circ}\text{C}$  соответственно [16].

#### **Суровость погод зимой в Саратове и их биоклиматическая оценка**

Как известно, на тепловой баланс и тепловое состояние человека большое влияние оказывают метеорологические факторы: температура, влажность, скорость ветра, атмосферное давление и так далее. Целью данной работы является изучение комплекса метеорологических факторов, влияющих на организм человека для оценки суровости зимних погодных условий в Саратове. Для этого был произведен анализ о температуре воздуха и скорости ветра в зимние месяцы за период 1987 – 1998 годы, измерения которых были произведены на метеостанции „Саратов-Юго-Восток”. Используя эти данные были рассчитаны следующие показатели холодового воздействия метеорологических факторов на организм человека: индекс Бодмана, индекс Сайпла, коэффициент жестокости погоды И.А.Арнольди и приведенные температуры, которые были предложены В.Н.Адаменко и К.Ш.Хайрулиным [12]. Для каждого из показателей существует своя шкала, по которой в зависимости от температуры воздуха и скорости ветра, определяется балл „суровости погоды” и ему соответствует определенное теплоощущение человека. Для каждого из показателей „жестокости погоды”

были рассчитаны повторяемости теплоощущений для каждого месяца в отдельности, для каждого зимнего сезона и за пять лет в целом.

Таблица 3.39 - Число случаев ( в % ) различных теплоощущений при приведенных температурах зимой в Саратове за период 1988 -1998 года (составлено автором)

И н д е к с      Б о д м а н а						
Несуровая погода	Малосуровая погода	Умеренно суровая погода	Суровая погода	Очень суровая погода	Жестко суровая погода	Крайне суровая погода
0,3	35,6	42,9	15,6	4,0	1,2	0,4
И н д е к с      С а й п л а						
Прохладно		Холодно		Очень холодно		Жестко холодно
22,0		34,5		27,4		16,1
П р и в е д е н н ы е      т е м п е р а т у р ы						
Без ограничений	Частичное ограничение	Слабый дискомфорт	Жесткий дискомфорт	Полное прекращение		
29,3	51,1	17,5	0,9	1,2		

Из таблицы 3.39 видно, что зимы в Саратове в основном умеренно суровые. Если рассматривать повторяемость теплоощущений при индексе Бодмана, то получаем, что в большинстве случаев отмечались умеренно суровые условия погоды, в 42,9 % случаев.

Число случаев малосуровой погоды в два раза превышает число случаев с суровой погоды. Жестоко суровые состояния погоды наблюдались в небольшом числе случаев, в пределах 5,5 % случаев.

По расчетам индекса Сайпла в зимние сезоны исследуемого периода чаще всего было холодно – в 34,5 % случаев, реже было очень холодно – в 27,4 % случаев. Число случаев с теплоощущением „ прохладно ”, превышает число случаев с жестоко холодным состоянием погоды.

По значениям приведенных температур больше половины случаев приходится на условия погоды, частично ограничивающие пребывание людей на свежем воздухе. Случаи условий погоды без ограничений пребывания людей на улице превысили число случаев дискомфортных условий погоды.

Расчеты по параметру Арнольди [3] показали, что погода, оцененная в 30 баллов жестоки, ограничивающая пребывание и производство работ на открытом воздухе, в Саратове встречается крайне редко. За 11 лет она составила 2,2 % и лишь в 0,2 % случаев встречалась погода, делающая работу на улице недопустимой.

Анализ суровости зимних погод по трем показателям (Бодмана, Сайпла и Хайруллина) показал [13], что в целом зимы в Саратове не суровые. Жестко и крайне холодные погодные условия в зимний период года отмечается редко, чаще бывают малосуровые и умеренно суровые условия погоды. Определяющим фактором суровости погоды в Саратове являются не низкие температуры воздуха [15], а сочетание температуры с усилением ветра.

**Заключение.** Анализ материалов расчетов степени суровости погоды зимних периодов с 1988 по 1998 годы, позволяют сделать следующие выводы.

1 Мною оценивалась суровость погода по следующим методам: индекс Бодмана, индекс Сайпла, коэффициент жесткости погоды Арнольди и метод приведенных температур, предложенный В.Н.Адаменко и К.Ш

Хайруллиным. Для расчета использовались данные метеорологических наблюдений на метеорологической станции "Саратов-Юго-Восток" за 06 часов, так как этот срок характеризуется минимальными значениями температуры воздуха.

2 Анализ показал, что по оценке суровости погоды методом Бадмана [12] в 43% случаев, погода в Саратове наблюдалась умеренно суровая. Вместе с малосуровой и несуровой погодой, эти типы погоды составляют в общей сложности почти 80% от общего числа зимних дней. Крайне суровая зима встречается исключительно редко, в 0,4% случаев.

3 Расчеты по индексу Сайпла показали, что холодная погода за 10 лет встречалась в 34,5% случаев, прохладная в 22% случаев, что в сумме составляет 56,5%. Анализ показал, что результаты расчетов по индексам Юадмана и Сайпла дают разные результаты. Бадман оценивает степень суровости погоды по 7 градациям, а Сайпл лишь по 4 градациям. Поэтому жестоко холодная зима по индексу Сайпла составила 16% случаев, что для условий Саратова много.

4 По мнению рядов авторов, наиболее обоснованный для условий России является метод предложенный В.Н.Адаменко и К.Ш.Хайруллиным [13] (метод приведенных температур). По этой методике оценивается степень(продолжительность) пребывания и работы человека на открытом воздухе, то есть дискомфортность состояния человека зимой.

Оценка производится по пяти градациям. В 29% случаев, не ограничивалось прибывание человека на открытом воздухе [14] зимой, в 51% имеет место частичное ограничение пребывания на улице ослабленных людей. В сумме это составляет 80%, то есть ту же цифру, которая соответствует индексу Бодмана для градаций мягкой, умеренно суровой погоды. Таким образом эти два параметра сопоставимы. Жесткий дискомфорт и полное прекращение людей прибывания на улице за 10 лет составил 25 случаев.